EPS
ANN 3 (2)

DR. 2 Nº 714

Digitized by the Internet Archive
in 2019 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/s3id13208110

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME QUARANTE-DEUXIÈME.

A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16,
près la rue des Mathurins.

1829.

DE L'IMPRIMERIE DE C. THUAU,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

Rapport *sur les poudres fulminantes pouvant servir d'amorces aux armes à feu.*

Par MM. le colonel Aubert, Pélissier et Gay-Lussac.

Extrait des *Archives de la Direction des poudres et et salpêtres.* (1825.)

Le Ministre de la guerre, à l'occasion d'un fusil à percussion qui lui a été présenté par le capitaine Vergnaud, et qui est amorcé avec le mercure fulminant d'Howard, a invité M. le directeur-général des poudres et salpêtres (M. le comte Ruty) à faire faire sur les poudres fulminantes, et particulièrement sur le mercure fulminant, toutes les recherches et les expériences nécessaires pour éclairer et fixer l'opinion sur les dangers qu'elles peuvent présenter dans leur fabrication, leur transport et leur emploi. M. le directeur-général a chargé M. le colonel Aubert, MM. Pelissier et Gay-Lussac, de ce travail, et le rapport que nous avons l'honneur de présenter au comité a pour objet d'en faire connaître le résultat.

M. le capitaine Tardy, sous-inspecteur de la raffinerie de salpêtre de Paris, a bien voulu nous seconder et nous fournir plusieurs renseignemens, fruits de sa propre expérience.

On connaît un grand nombre de poudres qui fulminent par le choc ; mais, sous le rapport de leur application aux armes à feu, celles au chlorate de potasse et au mercure fulminant, méritent seules une attention particulière ; les autres présentent trop d'inconvéniens ou de dangers dans leur fabrication et leur emploi.

Poudre au chlorate de potasse.

Cette poudre est un mélange intime de soufre, de charbon et de chlorate de potasse. On peut supprimer le soufre ou le charbon, et les remplacer par d'autres substances inflammables ; mais la poudre perd alors plus ou moins de son énergie. Sur la proposition de Berthollet, auteur de la découverte du chlorate de potasse, on avait commencé, en 1786, la fabrication de cette poudre à Essonne ; mais une explosion, suivie des accidens les plus graves, força aussitôt à y renoncer. Cette poudre est beaucoup plus forte que la meilleure poudre faite avec le salpêtre : elle met promptement le mortier d'épreuve hors de service, en agrandissant la chambre et y produisant des gerçures profondes. Employée par M. Welter, à Meudon, à remplir des obus qu'il fit éclater enfouis dans la terre, elle les brisa constamment en morceaux uniformes de la grosseur d'un marron, tandis que les éclats d'autres obus remplis de poudre ordinaire, et placés dans les mêmes circonstances, furent beaucoup moins nom-

breux. Cette poudre pourrait, par conséquent, être employée avec plus d'avantage que la poudre ordinaire pour remplir les obus, enfoncer des portes, faire sauter un pont, etc.

La propriété qu'elle a de s'enflammer par le choc en a déterminé l'application, comme amorce, aux fusils à percussion; mais elle a été bientôt remplacée par le mercure fulminant, en raison de plusieurs inconvéniens qu'elle présente, et dont les principaux sont de crasser beaucoup et d'avoir une action très-corrosive sur le fer. Cette dernière propriété pouvant dépendre de l'acide sulfureux produit pendant sa décomposition, nous avons cherché à neutraliser les effets de l'acide, en mêlant à la poudre des quantités convenables de carbonate de soude desséché. L'expérience a eu le succès désiré; mais la poudre a beaucoup perdu, par ce mélange, de son inflammabilité; et d'ailleurs nous n'avons pas tardé à reconnaître que le chlorure de potassium, résultant de la décomposition du chlorate de potasse pendant l'inflammation, corrode promptement le fer dans un air humide. C'est un grave inconvénient inhérent à la poudre au chlorate, et il ne nous paraît pas facile d'y remédier.

Nous croyons inutile d'insister plus long-temps sur les qualités de cette poudre, dont l'usage est abandonné; nous nous bornerons à dire que, si l'artillerie se déterminait à l'employer pour quelques cas particuliers, la fabrication et le transport pourraient, avec des précautions convenables, en être faits sans danger.

Poudre d'Howard ou fulminate de mercure.

Cette poudre est aujourd'hui généralement employée pour les fusils de chasse, à cause de sa facile inflammation et de son inaction sur le fer. Nous allons l'examiner sous les divers rapports de son application aux armes à feu.

La poudre d'Howard est un sel formé d'oxide de mercure et d'un acide particulier composé d'un atome d'azote, d'un d'oxigène et de deux de carbone. Depuis que cette composition est connue, on a donné à la poudre le nom de *fulminate de mercure*. Quand elle détonne par le choc ou par la chaleur, le mercure est mis en liberté à l'état de vapeur, ainsi que l'azote; et, d'après le dépôt charbonneux que l'on observe sur les surfaces sur lesquelles on la fait détonner, il est très-probable que la moitié du carbone qu'elle contient forme, avec l'oxigène, de l'acide carbonique, et que l'autre moitié se dépose ou est dispersée. Dans cette supposition, 1 gramme de fulminate de mercure donnerait $0^{lit.},155$ de gaz permanens à la température de la glace fondante, et sous la pression de $0^{m},76$; mais ce volume, au moment de l'explosion, est beaucoup plus considérable, parce qu'il est dilaté par la chaleur et mêlé avec la vapeur mercurielle. Un gramme de poudre ordinaire donne à peu près un volume double de fluides élastiques.

La revivification du mercure à l'état de vapeur serait un inconvénient très-grave si la poudre fulminante entrait dans les amorces en quantité plus considérable que celle que l'on emploie; parce que la vapeur mercurielle est désagréable à l'odorat et nuisible à la santé. Les chas-

seurs, il est vrai, n'ont encore élevé aucune plainte contre cet inconvénient, mais il n'en est pas moins réel; et, avant d'adopter les amorces fulminantes pour le service militaire, il sera prudent de les examiner sous le rapport de l'influence qu'elles pourraient exercer sur le moral du soldat, par suite des inconvéniens que nous venons de signaler.

Détonation du fulminate de mercure par le choc.

Nous examinerons cette propriété, le fulminate étant parfaitement sec et très-humide.

Le fulminate sec détonne très-facilement par le choc de fer sur fer, un peu moins facilement par le choc de fer sur bronze, encore un peu moins par celui de marbre sur verre, ou de marbre sur marbre, verre sur verre; il s'enflamme cependant avec assez de facilité dans ces diverses circonstances, pour qu'on soit à peu près sûr d'en déterminer l'explosion à chaque coup. Le choc de fer sur plomb ne l'enflamme que très-difficilement, et celui de fer sur bois est tout-à-fait impuissant.

Le fulminate s'enflamme toujours facilement par le frottement, surtout par celui de bois contre bois; il détonne moins facilement par celui de marbre sur marbre, puis de fer sur fer; enfin de fer sur bois ou sur marbre. Le fulminate qui a été pulvérisé détonne plus difficilement, surtout par le frottement que celui qui est en cristaux.

Humecté à 5 pour cent d'eau, le fulminate perd beaucoup de son inflammabilité; il détonne cependant par le choc de fer contre fer, mais la partie frappée brûle seule et sans flamme, sans communiquer l'inflammation à celle qui ne l'est pas. Le frottement de bois sur bois pro-

duit un effet semblable; mais l'inflammation n'a point été produite dans les expériences par le choc de marbre contre marbre, ni par le frottement de marbre sur marbre ou sur bois. Le fulminate, enflammé par un corps chaud, fuse avec la même lenteur que la poudre à tirer humectée à 15 pour cent d'eau.

Si le fulminate est mêlé avec 10 pour cent d'eau, l'inflammation en est encore plus difficile. Il disparaît cependant par le choc de fer sur fer, mais sans flamme et sans bruit; la partie frappée brûle seule et projette l'autre. Humecté à 30 pour cent, il détonne encore quelquefois sous la mollette (bois sur marbre) pendant les manipulations; mais la détonation est partielle et ne se communique pas au reste de la masse; la molette est seulement soulevée sous le bras de l'ouvrier, et il n'en résulte jamais aucun accident. Ces expériences donnent la certitude qu'en opérant sur le fulminate mêlé avec de l'eau, les explosions en seront peu à redouter (1).

Effet de l'explosion du fulminate de mercure. Le caractère des poudres éminemment inflammables est de détonner au moment de leur inflammation, lors même que l'on n'en emploie que des quantités très-petites, et d'agir sur les corps environnans, comme un mobile animé d'une grande vitesse. La poudre ordinaire la mieux

---

(1) D'après les nouvelles dispositions adoptées dans la fabrique d'amorces, située dans la plaine d'Ivry, près Paris, depuis l'explosion qui l'a entièrement détruite, on a fabriqué dans cet établissement plus de 200 millions de capsules, sans autre accident qu'un marbre cassé sous la molette, comme il vient d'être dit plus haut.

préparée est infiniment loin d'avoir une inflammation aussi rapide que le fulminate de mercure et surtout que le fulminate d'argent, et il n'y a pas d'arme qui, chargée avec l'un ou l'autre de ces deux fulminates à la même dose qu'avec la poudre à tirer, pût résister à leur action, quoique le volume des fluides élastiques produits dans le premier cas soit plus petit que dans le second (1).

30 grammes de fulminate de mercure enflammés dans une petite boîte de carton, sur le fond d'un baril mal affermi, y ont fait uu trou arrondi sans le briser, comme l'aurait fait un boulet lancé par une pièce de quatre. Le bruit de l'explosion a paru beaucoup plus fort que celui d'un mousquet.

La même quantité de poudre, enflammée dans de semblables circonstances, a fait à peine entendre du bruit, n'a pas brisé le fond du tonneau, et ne l'a pas même ébranlé.

25 grammes de fulminate de mercure, mis à l'air libre sur une planche placée sur le sol, l'ont réduite en pièces et ont fait de plus un trou dans la terre au-dessous de la

---

(1) Quelle que soit la dose de fulminate de mercure que l'on mette dans une arme faite avec les métaux connus, on la détruirait très-promptement; car, pendant le chargement des amorces avec le fulminate mitigé par de la poudre ordinaire, les poinçons en acier fondu trempé, avec lesquels on presse cette poudre au fond des capsules, sont promptement sillonnés par les explosions qui se font à chaque instant, quoique les gaz produits aient un libre cours sur les côtés des poinçons.

planche. La même quantité de fulminate, placée sous un baril défoncé, de la capacité d'environ un hectolitre, l'a réduit en pièces par sa détonation.

Une petite chambre en acier de 3$^{mil.}$ cubes de capacité, et dont les parois avaient 3$^{mil.}$ d'épaisseur, a été souvent brisée en morceaux par l'explosion du fulminate de mercure qu'elle renfermait.

25 grammes de fulminate, enflammés à l'air libre, ont communiqué l'inflammation à une autre portion de fulminate placée à 5 centimètres de distance; mais l'inflammation n'a pas eu lieu sur une seconde portion de fulminate à la distance de 12 centimètres.

Si l'on place l'une contre l'autre sur du papier, et même l'une sur l'autre, une traînée de fulminate de mercure et une traînée de poudre à tirer, et qu'on mette le feu au fulminate, la poudre à tirer sera dispersée sans laisser de trace de sa combustion sur le papier, et on la retrouvera presqu'en entier. Si l'on met, au contraire, le feu à la poudre à tirer, dès que l'inflammation sera parvenue au fulminate, celui-ci, tant sa détonation est instantanée, aura encore le temps de disperser le reste de la poudre, avant que l'inflammation ait pu l'atteindre, et l'on n'apercevra point de traces de combustion de la partie projetée. Uu mélange intime de fulminate et de pulvérin brûlera, au contraire, en totalité.

Ce résultat sur la propagation d'inflammation par le fulminate, à d'aussi petites distances, à l'air libre, paraît d'autant plus extraordinaire que, dans les amorces des armes à feu, cette propagation, relativement à la quantité de fulminate, est incomparablement plus grande, puisqu'elle s'étend à plus d'un centimètre, et que le

lieutenant-colonel Châteaubrun a porté l'inflammation à la poudre, dans une pièce de 24, à travers l'épaisseur du métal, par une cheminée de 10 points, avec 10 centigrammes de fulminate. Mais les résultats que nous venons de citer, sont incontestables, et l'on verra bientôt que l'anomalie qu'ils semblent présenter n'est point réelle (1).

La force du fulminate de mercure est de beaucoup plus grande que celle de la meilleure poudre de chasse, mais il serait difficile de dire de combien. On s'est borné, pour l'apprécier, à faire détonner des quantités variables de fulminate de mercure et de poudre de chasse, sous une masse creuse en cuivre, disposée de manière qu'on pût mesurer son ascension. On a trouvé que, dans cette circonstance, le fulminate élevait la masse de cuivre à une hauteur 15 à 30 fois plus grande que la poudre.

La grande rapidité d'explosion de la poudre fulminante de mercure, de laquelle résultent des effets semblables à ceux que produit un mobile lancé par une arme à feu, pourrait en rendre l'emploi utile dans quelques circonstances, par exemple, pour briser des portes, sous forme de pétards.

Mélange du fulminate de mercure avec la poudre pour amorces. La quantité de fulminate de mercure nécessaire pour une amorce est si petite, qu'elle n'est, pour

---

(1) Notre marine a adopté une amorce faite avec la même poudre, qui se place sur la lumière du canon, et qui non-seulement va porter le feu dans la gargousse, à travers toute l'épaisseur du métal, mais encore la crève, quelque fort que soit le parchemin ou la matière qui a servi à la faire.

ainsi dire, point maniable. On a été conduit naturellement à mêler le fulminate avec la poudre ordinaire, pour augmenter le volume des amorces; mais ce n'est pas là le principal avantage de ce mélange. En effet, le fulminate de mercure pur ne communique l'inflammation à la poudre que difficilement et à des distances beaucoup plus petites que lorsqu'il est mêlé avec du pulvérin; c'est une conséquence de l'instantanéité de son inflammation. S'il est seul, les fluides élastiques ont perdu la plus grande partie de leur calorique avant d'arriver à la poudre, et ne peuvent plus l'enflammer; mais, s'il est mélangé avec du pulvérin, celui-ci est porté sur la poudre encore en ignition et y met le feu. Telle nous paraît, au moins, l'explication des résultats rapportés plus haut sur la propagation de l'inflammation du fulminate (1).

La proportion qui paraît la plus avantageuse est en poids pour les amorces à capsule, de 10 de fulminate et 6 de pulvérin. On les rend un peu moins vives avec la proportion de 10 de fulminate et 7 de pulvérin.

Dans les amorces cirées, la proportion du pulvérin doit être diminuée; elle est de 5 dans celles du commerce, et de 3,3 dans les amorces qu'a proposées M. Vergnaud pour le fusil de guerre.

---

(1) Dans des essais de mélange de fulminate de mercure avec diverses matières, qui ont été faits plutôt pour préserver les amorces de l'humidité que pour changer la composition de la poudre, on a reconnu que beaucoup nuisent à l'explosion du fulminate, quoique mêlées avec lui seulement en bien petites proportions; telles sont l'huile, le suif et la résine.

La quantité de fulminate de mercure suffisante pour un fusil de chasse est de 0g,0166, c'est-à-dire, que l'on peut faire 57,600 amorces avec un kilogramme de fulminate ; mais, pour le fusil de guerre, l'amorce devrait être un peu augmentée. Dans les amorces cirées, la quantité de fulminate est de 3 centigrammes ou environ double de celles des amorces à capsule.

La force nécessaire pour produire l'inflammation du fulminate de mercure, augmente à mesure que la proportion du pulvérin devient plus grande, et la couche du fulminate plus épaisse. On peut conséquemment faire des amorces plus ou moins explosives, qui s'enflammeraient, par exemple, par le choc du chien armé, et qui résisteraient à celui du chien partant de son repos. On s'est servi avec avantage, pour mesurer cette force, d'un mouton tombant de hauteurs variables ; mais on a reconnu la nécessité de rechercher en même temps l'étendue de la propagation du jet enflammé dans la cheminée qui doit le conduire à la poudre ; car, ainsi qu'on l'a remarqué, ce n'est pas le fulminate pur qui porte le plus loin l'inflammation. Au reste, on peut employer les amorces les plus explosives, sans crainte de les enflammer par le chien partant du repos, en ne laissant entre lui et la cheminée qu'une très-petite distance.

Examen des amorces fulminantes sous le rapport du crassement et de leur action sur le fer. Le mercure fulminant, ainsi qu'on l'a remarqué, laisse un résidu charbonneux sur les corps sur lesquels on le fait détonner. Ce résidu est assez grand relativement au poids du fulminate ; mais il n'est suivi d'aucun inconvénient à cause de l'extrême petitesse des amorces fulminantes ; il ne

prend d'ailleurs jamais de cohérence, et ne peut s'accumuler beaucoup sans être dispersé par l'effet de la détonation. Il n'exerce d'ailleurs aucune action corrosive sur le fer.

Les amorces fulminantes, telles qu'on les emploie, et qui sont un mélange de mercure fulminant et de pulvérin, se comportent d'une manière différente. Si l'on jugeait de la crasse qu'elles laissent par le nombre des ratés, manière très-exacte d'en apprécier les inconvéniens, on la regarderait comme nulle; car, d'après les expériences qui seront rapportées plus bas, sur cent coups tirés de suite, on n'a eu aucun raté, ni de lumière, ni de canon; tandis qu'avec la poudre ordinaire on évalue ordinairement le nombre des ratés à un sur sept coups avec nos anciennes platines.

Pour apprécier l'action corrosive des amorces fulminantes, on a fait détoner sur un canon de fusil bien poli des quantités à peu près égales de fulminate pur, de fulminate mêlé avec du pulvérin pour amorce, de poudre au chlorate et de poudre ordinaire; on a aussi humecté une portion du canon avec une dissolution de sel marin, et on a placé le canon dans un rez-de-chaussée humide. Vingt-quatre heures après, on a examiné l'effet produit sur le fer. Le fulminate pur avait laissé un résidu charbonneux qui a paru plus volumineux que celui de la poudre ordinaire, mais au-dessous duquel le fer n'était point altéré. La poudre ordinaire a donné moins de résidu, et a moins rouillé le fer que la poudre fulminante pour amorces; c'est ensuite l'eau salée, et enfin la poudre au chlorate qui ont produit le plus de rouille.

Examen des avantages que présentent les fusils à percussion, sous le rapport de l'économie de la poudre. Dans le fusil ordinaire, il se fait par la lumière une perte de fluides élastiques qui n'a pas lieu dans le fusil à percussion, et il a paru intéressant de mesurer l'étendue de cette perte.

On a pris deux fusils semblables du modèle de 1816 pour l'infanterie, que nous désignerons par n° 1 et n° 2, et on les a essayés successivement au pendule, avec une charge de 10 grammes de poudre de mousqueterie et une balle de 19 à la livre, placée entre deux bourres de carton lissé. Le recul ayant été sensiblement le même pour les deux fusils, on a fait adapter une platine à percussion au fusil n° 2, et on a cherché quelle était la quantité de poudre dont on devait le charger pour obtenir le même recul qu'avec l'autre fusil chargé de 10 grammes de poudre et d'une balle. On a trouvé que $9^g,14$ suffisaient, et, par conséquent, on pourrait diminuer la charge de près de un dixième, en substituant le fusil à percussion au fusil ordinaire, sans affaiblir la portée. Le rapport qui vient d'être assigné reste sensiblement le même, en employant des charges un peu plus fortes que celle de 10 grammes, et s'applique exactement à la charge de $12^g,25$ des fusils de munition, dont environ 11 grammes seulement entrent dans le canon (1).

---

(1) La différence entre les effets du fusil à percussion et du fusil à pierre est peut-être aussi due en partie à la plus grande rapidité d'inflammation de la charge qu'occasione l'amorce de poudre fulminante.

A l'économie de poudre d'environ $\frac{1}{10}$ de la charge que produirait l'adoption du fusil à percussion, il faut ajouter celle de l'amorce dans le fusil ordinaire, dont le poids, lorsqu'on remplit le bassinet, est, terme moyen, de $1^{g},1$, et enfin celle due aux ratés de canon que l'on évalue ordinairement à un sur sept coups. En réunissant ces diverses quantités, on trouve $2^{g},276$ d'économie par coup de $12^{g},25$, ou de $2^{kil.},276$ par 1000 coups, ou enfin de $6^{fr.}$ 26, à raison de $2^{fr.}$ 75 par kilogramme de poudre. A la vérité, cet avantage est compensé, en partie, par le prix des amorces fulminantes, qui peut être évalué, pour celles à capsule, à $3^{fr.}$ 50 le mille; mais, en retranchant ce dernier nombre de $6^{fr.}$ 26, on obtient encore une économie de $2^{fr.}$ 76 par 1000 coups. Au surplus, nous n'insistons sur ce calcul que pour montrer que l'adoption des amorces fulminantes, sous le rapport de l'économie, serait plus avantageuse qu'onéreuse.

Ratés dans le fusil à percussion. Afin de mieux apprécier l'effet des amorces fulminantes, on a cherché à se placer dans des circonstances analogues à celles qui ont lieu à la guerre, en employant, pour les expériences, une poudre à mousquet un peu altérée et mal époussetée. Le fusil était tiré à balle avec la charge accoutumée, et l'amorce fulminante était à capsule.

Avec une cheminée dont le diamètre était de $1^{mil.},1$, les ratés du canon ont commencé au 53me coup, et du 55me au 60me on a usé jusqu'à six amorces sans dégorger la lumière, avant de le faire partir.

En substituant une cheminée de $1^{mil.},85$ à la première, il n'y a pas eu de ratés, sur 100 coups, dans plusieurs séries d'expériences. Après la dernière série, on n'a

point nettoyé le fusil, et le lendemain on a recommencé le tir. On a eu des ratés aux coups suivans : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 16, 42; mais ensuite la série de coups jusqu'à 100 a été terminée sans ratés. C'était évidemment la crasse formée la veille dans la cheminée et gonflée par l'humidité qu'elle avait absorbée, qui avait causé les ratés. Il est remarquable que, dans toutes ces expériences, on n'a observé aucun raté d'amorce.

Les mêmes épreuves ont été recommencées avec les amorces cirées proposées par M. Vergnaud, en se servant du même fusil dont la batterie avait été convenablement modifiée. La température de l'atmosphère, étant très-élevée, a fait reconnaître plusieurs inconvéniens aux amorces cirées; elles se ramollissent, s'agglomèrent par une légère pression et se déforment. Les ratés avec la cheminée de $1^{mil.},1$ ont été plus nombreux qu'avec les capsules pendant que la température était élevée; ils se sont montrés souvent dans le 20me coup, mais ils ne sont devenus continus, comme pour les capsules, que vers le 60me. Avec une lumière de $1^{m},85$ de diamètre, il n'y a pas eu de ratés sur 100 coups; mais le crachement est devenu alors si considérable qu'on a été obligé de faire usage d'un couvre-vue. L'amorce a quelquefois raté, ce qui peut dépendre autant de sa nature particulière que de la forme de la platine.

Ce n'est pas ici le lieu de comparer la batterie pour les amorces cirées à celle pour les amorces à capsule; nous nous bornerons à remarquer que la batterie pour les capsules exigera moins de précision dans son exécution que l'autre; que son marteau frappera plus sûre-

ment la cheminée selon une direction perpendiculaire, et aura besoin de moins de force pour enflammer l'amorce, et qu'enfin le crachement sera moins considérable.

L'avantage de n'avoir aucun raté ne se borne pas à une économie de poudre de 1 amorce sur 7; il faut faire attention que la quantité de poudre, employée pour amorce par le soldat, soit involontairement, soit à dessein, comme il le fait souvent pour diminuer le recul de son arme, est beaucoup plus considérable que celle qui a été supposée. Mais, indépendamment de cette économie qui pourrait paraître insignifiante, l'absence de tout raté a l'énorme avantage d'augmenter l'assurance du soldat, en lui donnant la certitude que son arme ne lui manquera pas en face de l'ennemi au moment du danger.

On pourrait croire qu'on ne parvient à éviter les ratés qu'en donnant à la cheminée de la lumière un trop grand diamètre, et en diminuant par conséquent les portées; mais l'expérience nous a appris que le recul du fusil pendule est exactement le même avec une cheminée de $1^{mil.},85$ de diamètre, qu'avec une cheminée de $1^{mil.},10$. Ce résultat ne surprendra point si l'on fait attention que la cheminée reste fermée par le marteau après la percussion. Il serait même possible d'en augmenter encore le diamètre, en donnant au marteau une force suffisante pour résister à l'effort des fluides élastiques qui tendraient à s'échapper par la lumière.

D'ailleurs, nous nous sommes assurés que, même dans le fusil ordinaire, la variation du diamètre de la lumière, dans les limites de 1 à 2 millimètres, n'occa-

sione pas de diminution sensible dans la portée. Voici le tableau des résultats que nous avons obtenus :

Diamètre de la lumière.	Charge de poudre correspondant à chaque diamètre, pour obtenir le même recul au fusil pendule.
0mil.90	10gram.00
1 66	10 00
2 76	10 39
3 48	10 72

Fabrication du fulminate de mercure. Cette poudre se prépare avec le mercure, l'acide nitrique à 38 ou 40° de Baumé, et l'alcool à 85 ou 88 degrés centésimaux. Des expériences variées sur de petites quantités nous ont appris que les meilleures proportions sont celles qu'avait trouvées Howard : 1 de mercure, 12 d'acide nitrique et 11 d'alcool. Un kilog. de mercure produit 1 kil. $\frac{1}{4}$ de fulminate pur, quantité avec laquelle on pourrait faire au moins 40,000 amorces à capsule pour le fusil de guerre.

Le fulminate de mercure, tel qu'on le prépare, étant en petits cristaux, on commence par le broyer sur une table de marbre avec une molette en bois, après l'avoir mouillé avec 30 pour 100 d'eau ; on ajoute ensuite six parties de poudre ordinaire sur dix de fulminate, et on continue à broyer. On obtient une pâte ferme qui, essorée au degré convenable, est mise en grains, dont chacun doit faire une amorce.

Si le fulminate de mercure ne présente aucun danger

tant qu'il est humide, il n'en est plus de même lorsqu'il est sec, et on ne doit le manier alors qu'avec beaucoup de précaution. Néanmoins on peut éviter de l'employer dans cet état; et comme la fabrication des amorces fulminantes sera toujours très-petite, qu'on peut la diviser beaucoup et lui appliquer des procédés très-parfaits, nous n'hésitons pas à déclarer qu'elle pourrait être faite sans aucune difficulté et sans plus de danger que celle de la poudre ordinaire dans les établissemens du Gouvernement. Une explosion aurait même des suites moins fâcheuses, tant pour les ouvriers que pour les bâtimens, à cause de la très-petite quantité de matière mise en manipulation.

Diverses espèces d'amorces employées jusqu'à ce jour. On a employé : 1° la poudre fulminante en grains; 2° la poudre en pastilles recouvertes de plomb ou de papier; 3° la poudre en grains vernis; 4° les amorces cirées; 5° les amorces à capsule; et 6° celles en tube.

La poudre en grains est très-dangereuse, car l'explosion d'un seul grain détermine celle de toute la masse. Elle n'est presque plus en usage. Les autres amorces n'ont pas le même inconvénient; mais comme elles ont de commun d'avoir une enveloppe, et que celles dites cirées et à capsule sont presque les seules en usage, nous ne nous occuperons que de ces dernières.

Les amorces cirées étaient en usage parmi les chasseurs, lorsqu'elles ont été proposées par M. Vergnaud pour l'infanterie. Elles renferment chacune 3 centigrammes de fulminate de mercure et 1 centigramme de pulvérin de poudre à canon, et sont enveloppées d'une couche de cire appliquée à la main, qui les défend très-

bien de l'action de l'humidité, et les empêche de s'enflammer simultanément. Elles se fixent aussi très-bien sur le bassinet, et peuvent être transportées facilement et sans danger, en prenant soin toutefois de les garantir de la chaleur du soleil et de celle des corps qui pourraient déterminer leur agglomération.

Elles ont l'inconvénient de cracher beaucoup, et de donner un peu plus de fumée et d'odeur que les amorces à capsule. Leur prix actuel dans le commerce est de 6fr.,75, à 7fr. le mille.

Les amorces à capsule sont aujourd'hui le plus en usage, et forment au moins les $\frac{99}{100}$ de la consommation; celles pour le fusil de chasse renferment chacune 0g,017 de fulminate de mercure, mêlé avec 6 dixièmes de son poids de pulvérin. Ces amorces résistent très-bien à l'action de l'humidité, et prennent feu après plusieurs heures d'immersion dans l'eau. Leur forme, très-régulière et très-solide, permet de les fixer sur la cheminée de la lumière par des moyens mécaniques, ce qui sera très-avantageux pour les fusils de guerre. Dans l'explosion, la capsule de cuivre est déchirée, et rarement divisée et lancée; mais, en creusant la tête du marteau de percussion, le cuivre n'est plus projeté que contre terre.

Les capsules se fabriquent au balancier avec une grande rapidité. Les amorces prennent feu quelquefois pendant leur fabrication; mais l'inflammation ne se communique que très-rarement au petit nombre de celles qui sont en manipulation. Le transport en est facile et sans danger. Leur prix actuel dans le commerce est de 3fr.,50 le mille. On ne peut dire, dans ce moment, lesquelles des amorces cirées et des amorces à capsule

seraient préférables pour le service militaire ; des épreuves seront nécessaires pour résoudre cette question.

CONCLUSION.

L'expérience acquise sur les amorces fulminantes, et leur usage presque général pour les armes de chasse, rendent incontestable leur avantage pour les armes de guerre. Leur adoption procurerait économie de poudre, assurerait le tir et donnerait au soldat plus de confiance.

La poudre au chlorate de potasse ayant l'inconvénient de rouiller et de crasser beaucoup les armes, et d'occasioner par conséquent des ratés, on doit donner la préférence pour les amorces au fulminate de mercure, qui n'a aucun de ces inconvéniens.

La fabrication du fulminate de mercure, bien qu'elle ne soit pas sans danger, n'offre point de difficultés réelles, et l'Administration des poudres serait promptement en mesure de l'entreprendre, et de fournir à tous les besoins du Gouvernement.

Les amorces proposées par M. Vergnaud sont composées avec le fulminate de mercure, comme toutes les amorces en usage ; mais elles sont caractérisées par leur enveloppe de cire. Celles à capsule, à en juger par leur emploi presque général pour les fusils de chasse, paraissent préférables ; mais les besoins du service militaire peuvent exiger d'autres conditions qu'il ne nous appartient pas d'examiner, et l'expérience doit seule déterminer la préférence.

En terminant ce rapport, nous croyons devoir présenter une objection qu'on pourrait peut-être élever contre l'application des amorces fulminantes aux armes

de guerre ; c'est que le mercure, qui fait la base essentielle de ces amorces, nous vient de l'étranger, et que, en cas de guerre, on pourrait en être privé, de manière que le service militaire pourrait s'en trouver gravement compromis.

Mais, pour réduire cette objection à sa juste valeur, il suffit de remarquer que l'on peut faire au moins 40,000 amorces, avec 1 kilogramme de mercure, et qu'avec 100 kilog. on ferait quatre millions d'amorces, quantité suffisante pour armer 100,000 hommes. Il serait donc facile de faire en temps opportun des approvisionnemens de mercure suffisans pour les besoins militaires ; d'ailleurs, on sait par expérience que, même pendant le dernier blocus continental, la France n'a jamais manqué de mercure. Enfin on pourrait, au besoin, remplacer momentanément le mercure fulminant par le chlorate de potasse, sans rien changer au mécanisme des batteries des armes à feu, ou même employer le fulminate d'argent.

Nouveau *Composé de chlore, de phosphore et de soufre ou chloro-phosphure de soufre.*

Par M. Sérullas.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, le 6 juillet 1829.)

On a admis jusqu'à présent que le phosphore et le soufre pouvaient se combiner en toutes proportions. Seulement, dans ces derniers temps, M. Faraday a fait connaître un composé de ces deux substances susceptible

de cristalliser, et formé de 1 atome de soufre et 2 atomes de phosphore, conséquemment à proportions définies.

D'après cette observation, il était à présumer qu'en mettant en contact de l'hydrogène sulfuré avec les deux chlorures de phosphore, on obtiendrait deux sulfures de phosphore également à proportions déterminées. Les expériences que j'ai faites à ce sujet n'ont pas présenté exactement les résultats qu'on pouvait prévoir; mais elles en ont offert d'autres non moins intéressans et tout-à-fait nouveaux.

On a introduit dans un flacon plein de gaz hydrogène sulfuré sec, du perchlorure de phosphore en poudre, et on a assujetti le bouchon. En peu de temps, le contenu s'est converti en un liquide incolore et transparent, et en gaz acide hydrochlorique; il y a eu développement assez fort de chaleur sur le point où se trouvait le chlorure de phosphore.

En supposant la réaction telle que tout serait transformé en sulfure de phosphore et en acide hydrochlorique, j'avais calculé que 3g,785 de perchlorure seraient suffisans pour chaque litre d'hydrogène sulfuré composé de

1 atome soufre....	1,456	1,547.
2 at. hydrogène...	0,091	

Mais, en examinant ce liquide, j'ai reconnu qu'il contenait du chlore, du phosphore et du soufre; conséquemment, que c'était un chlorure de phosphore et de soufre sur lequel l'excès d'hydrogène sulfuré cessait d'agir : alors j'ai augmenté la quantité de perchlorure de phosphore, et je l'ai établie, pour chaque litre d'hydro-

gène sulfuré, à $7^g,955$, ou un peu moins, afin que celui-ci fût en excès.

Pour la préparation de ce chlorure de phosphore et de soufre, on peut également faire arriver sur le perchlorure de phosphore contenu dans un ballon, un courant modéré d'hydrogène sulfuré desséché. On voit le liquide se former successivement, et à la surface du chlorure solide, il se manifeste un mouvement vif d'ébullition dû au dégagement de l'acide hydrochlorique. On doit faire passer le tube chargé d'apporter le gaz hydrogène sulfuré à travers un bouchon adapté au flacon, et muni d'un autre tube vertical pour donner issue au gaz acide hydrochlorique et à l'excès d'hydrogène sulfuré. Néanmoins, pour éviter toute perte, il est mieux de remplir d'abord le ballon d'hydrogène sulfuré, et d'y introduire ensuite le chlorure de phosphore, et fermer comme on l'a dit.

On retire le produit et on le distille dans une petite cornue; il peut subir cette opération indéfiniment sans altération.

Il est d'abord un peu opalin, mais en peu de temps il devient transparent et incolore comme l'eau la plus limpide; il est plus pesant que l'eau; il a une odeur particulière, un peu piquante et aromatique, mêlée de celle d'hydrogène sulfuré; au contact de l'air, il donne quelques vapeurs; il entre en ébullition à 125 degrés.

L'odeur d'hydrogène sulfuré qu'il répand à l'air dépend de l'action décomposante qu'il exerce sur l'humidité atmosphérique. Car ce chlorure, traité dans l'appareil ordinaire par l'oxide de cuivre, n'a pas donné de traces

d'eau, ni d'aucun gaz ; ce qui prouve l'absence absolue d'hydrogène dans sa composition.

Pour avoir une donnée sur les proportions des élémens de ce nouveau composé, on a noté la quantité qu'on pouvait en obtenir d'une quantité déterminée de perchlorure de phosphore.

20 gram. perchlorure de phosphore	5 at. chlore . .	16,99
	1 at. phosphore	3,01
		20,00

ont produit ; chlorure de phosphore et de soufre 16,355.

Ce qui démontrerait que le perchlorure de phosphore perd dans cette circonstance 2 atomes de chlore, étant ainsi ramené à l'état de protochlorure, lequel s'unit chimiquement à 1 atome de soufre remplaçant les 2 atomes de chlore disparus sous forme d'acide hydrochlorique ; puisqu'on devrait avoir dans cette supposition :

3 at. chlore.....	10,194
1 at. phosphore...	3,010
1 at. soufre.....	3,080
	16,284,

au lieu de 16,355. Ce petit excès de poids peut tenir à la présence d'une certaine quantité de gaz acide hydrochlorique non complètement expulsé du ballon où s'est fait l'expérience.

J'ai essayé de produire le chlorure de phosphore et de soufre en mêlant et distillant du sulfure de phosphore liquide avec du protochlorure de phosphore. Le proto-

chlorure s'est d'abord volatilisé seul, et le sulfure de phosphore resté a fait explosion à la fin.

Du soufre et du phosphore, séparément, ont été mis dans du chlorure de phosphore et de soufre pour voir si celui-ci serait susceptible de se combiner avec une plus grande proportion de l'un ou de l'autre ; il s'en est dissous peu à froid et beaucoup plus à chaud, mais, par le refroidissement, l'excès s'en est séparé. Ensuite, par la distillation, le chlorure, un peu coloré en jaune, a repris toute sa blancheur, abandonnant encore dans la cornue la petite quantite de soufre ou de phosphore qu'il avait pu retenir.

Ces expériences prouvent que le chlorure de phosphore et de soufre est bien un composé à proportions définies, qui ne doit sa formation qu'à la circonstance favorable de l'état naissant et du protochlorure de phosphore et du soufre ; ce qui me l'a fait considérer comme un composé de protochlorure de phosphore et de soufre, plutôt que comme un chlorure double. Car, quel que soit l'excès d'hydrogène sulfuré qu'on mette en contact avec ce chlorure, quelque prolongé que soit ce contact, ainsi qu'on l'a déjà dit, il n'éprouve aucun changement ; tandis que le protochlorure de phosphore, dans la même circonstance, est bientôt converti en un corps solide, dont nous dirons un mot tout à l'heure.

Soumis à l'action de l'eau, le chloro-phosphure de soufre se décompose lentement à la température ordinaire ; il faut plusieurs jours : on hâte cette décomposition, qu'on peut obtenir en beaucoup moins de temps, par une agitation fréquente, ou en quelques heures par la chaleur. Dans tous ces cas, il se forme des vapeurs

blanches très-épaisses qui se condensent ; du soufre divisé se dépose, et rend la liqueur lactescente quand on emploie l'eau seulement.

Avec l'ammoniaque liquide ou la potasse caustique en dissolution, la décomposition est assez prompte à l'aide de l'agitation, la température s'élève au point de contact; dans ces cas, comme dans les précédens, il se forme de l'hydrogène sulfuré, de l'acide hydrochlorique, et de l'acide phosphorique (1), conséquemment des sels quand il y a le concours des bases.

Le nitrate d'argent y produit un précipité grisâtre, abondant, mélangé de chlorure, de sulfure et de phosphate jaune d'argent.

Analyse du chloro-phosphure de soufre.

La quantité de chlore a été constatée eu traitant le chloro-phosphure de soufre par la potasse caustique dans un ballon à long col, chauffant légèrement et agitant ; 1 gramme a été employé dans chaque expérience.

Cette dissolution a été ensuite soumise à l'ébullition, avec un grand excès d'acide acétique pour expulser l'hydrogène sulfuré, et réduite à siccité. Le résidu, dissous et filtré, a fourui, par le nitrate d'argent, un précipité qui a été redissous dans l'ammoniaque, et reproduit par l'acide nitrique en excès, pour en séparer quelques parties de sulfure d'argent qui s'y sont toujours trouvées.

---

(1) L'atome de soufre exigeant 2 atomes d'hydrogène pour former de l'hydrogène sulfuré, la quantité d'eau, décomposée dans ce sens, est égale à celle que le perchlorure de phosphore décomposerait dans la même circonstance.

La moyenne de six expériences a donné :

Chlorure d'argent..... 2,516.

1 gramme a été chauffé doucement dans un matras à long col avec un excès d'acide nitrique, jusqu'à disparition des vapeurs rutilantes.

La liqueur, traitée par l'eau de baryte de manière à la laisser acide, a donné un précipité de sulfate de baryte (moyenne de six expériences)..... 1,355.

L'eau acide séparée, contenant le phosphate de baryte, a été saturée, jusqu'à léger excès, par la même base. Le phosphate gélatineux produit, desséché fortement, a toujours été un peu au-dessus de la quantité calculée ; on a eu pour moyenne..... 1,322.

Cette expérience a été variée en soumettant le chloro-phosphure à l'action de l'eau seule et de la chaleur avec les précautions convenables ; la dissolution étant parfaitement opérée, on a évaporé dans une capsule jusqu'à disparition de l'odeur d'hydrogène sulfuré ; on a filtré pour séparer le soufre ; puis une addition d'acide nitrique a été faite pour continuer l'évaporation jusqu'à expulsion entière de l'acide excédant. On a eu pour but d'avoir avec certitude de l'acide phosphorique, et de pouvoir le saturer isolément par la baryte. Le produit en phosphate de baryte a toujours coïncidé avec la quantité précédemment établie.

J'ai voulu, au moyen de la dissolution de nitrate d'argent mêlée à la dissolution de chloro-phosphure de soufre dans la potasse, séparer chaque élément combiné à l'argent. En effet, le précipité qui se forme tout-à-coup dans ce cas, contient du chlorure, du sulfure et du phos-

phate d'argent : j'ai traité ce précipité par l'ammoniaque liquide à plusieurs reprises, afin de dissoudre le chlorure et le phosphate sans toucher au sulfure tout-à-fait insoluble dans l'ammoniaque. J'ai repris ensuite par l'acide nitrique la liqueur ammoniacale filtrée où se trouvaient le chlorure et le phosphate, afin de précipiter le premier et laisser l'autre en dissolution ; mais, ayant toujours obtenu plus de sulfure et moins de chlorure que les quantités données par le calcul, j'ai pensé que ce moyen n'était pas exact.

On voit, d'après l'analyse précédente, que le chlorophosphure de soufre doit être formé de 3 at. chlore, 1 at. phosphore, et 1 at. soufre ; puisqu'un gramme employé dans chaque expérience représente :

3 at. chlore 0,625 + argent 1g,908 = chlorure 2,533
1 at. phosphore 0,184 + oxig. 0,234 = acide phosphorique 0,418 + baryte 0,896 = phosphate de baryte. 1,314
1 at. soufre 0,189 + oxig. 0,282 = acide sulfurique 0,471 + baryte 0,899 = sulfate de baryte . . . . . 1,370.

L'action de l'hydrogène sulfuré sur le proto-chlorure de phosphore est également assez prompte. Dès qu'on introduit dans un ballon contenant de l'hydrogène sulfuré sec, du proto-chlorure de phosphore, il y a production de chaleur, et formation d'une substance solide, légèrement citrine, sans forme cristalline déterminée, qui adhère aux parois des vases ; on la détache avec une tige.

Ce composé est un sulfure de phosphore ; à la tempé-

rature ordinaire, il décompose l'eau dans laquelle il disparaît avec le temps : il y a formation d'hydrogène sulfuré et d'acide phosphorique. Il ne m'a pas paru assez bien caractérisé dans ses propriétés physiques, du moins tel que je l'ai obtenu, pour en faire une étude approfondie. Sa composition atomique devrait être, d'après celle du protochlorure de phosphore qui concourt à sa formation :

Atomes réagissans.

3 at. hydrogène sulfuré.....	soufre...	3 at.
	hydrogène	6 at.
2 at. protochlorure de phosphore...	chlore...	6 at.
	phosphore.	2 at.

Atomes produits.

6 at. acide hydrochlorique.....	chlore....	6 at.
	hydrogène.	6 at.
Sulfure de phosphore.....	soufre....	3 at.
	phosphore.	2 at.

Recherches *sur la force coërcitive des aimans et les figures magnétiques.*

Par M. de Haldat.

Les physiciens s'accordent généralement à donner le nom de *force coërcitive* à la cause qui conserve aux aimans la vertu magnétique, soit qu'ils la tiennent de la nature, ou qu'elle leur ait été communiquée par l'art. Cette puissance, inhérente à leurs molécules, qui, dans

l'hypothèse des deux fluides, s'oppose à leur recomposition quand ils sont séparés, et à leur séparation quand ils sont réunis, a paru satisfaire à tous les phénomènes tant qu'il ne s'est agi que des corps dont la masse entière était magnétique, et qui formaient des systèmes indépendans, limités par leur propre surface. Mais si l'on supposait le magnétisme développé au milieu d'une masse dont une portion distincte aurait été magnétisée, et dont les limites seraient ainsi formées par des molécules de la même nature, également susceptibles du magnétisme, quel devrait être le résultat d'une telle disposition? L'obscurité dont la force coërcitive est enveloppée ne nous donnant pas la solution de cette question, j'ai interrogé la nature pour la résoudre. Ces recherches, qui pouvaient être suggérées par des vues purement théoriques, me l'ont été par des expériences faites pour éclairer la cause du magnétisme en mouvement, imprimées dans les *Annales de Chimie et de Physique*, en novembre 1828. Persuadé que les aiguilles sont entraînées par le magnétisme développé à la surface des disques rotateurs, j'ai cherché à vérifier cette opinion en magnétisant des lames de divers métaux. Mais ces tentatives inefficaces m'ayant prouvé la possibilité de développer sur des lames d'acier des traces manifestes de magnétisme, j'ai annoncé les faits sous la dénomination générale des *figures magnétiques*. Les procédés pour les produire sont très-simples, et les phénomènes n'ont pas le brillant des figures électriques de Lichtemberg; cependant, comme elles ne sont pas indignes de l'attention des physiciens, je me suis déterminé à rassembler mes observations sur ce sujet.

La première condition pour obtenir les figures magnétiques, dépend du choix des lames sur lesquelles on doit les tracer. On tenterait en vain de le faire sur le plomb, l'étain, l'antimoine, le bismuth, le cuivre, le laiton, l'or, l'argent et le zinc. Le fer, parmi les métaux dont j'ai pu me procurer des lames d'une étendue suffisante, possède seul la vertu coërcitive à un degré suffisant, et ce n'est même encore qu'à l'état d'acier qu'il donne des figures permanentes et bien distinctes. Les lames que j'emploie ont ordinairement 2 à 3 décimètres carrés de surface et 1 à 3 millimètres d'épaisseur. L'espèce qui m'a paru préférable est la tôle d'acier destinée à la fabrication des cuirasses. Il faut qu'elles soient nettes, bien décapées et adoucies à la lime ou au grès fin. Comme leur force coërcitive est assez grande pour bien conserver les figures, je me dispense de les tremper, et j'évite ainsi l'inconvénient de les tourmenter et de les oxider. Seules, elles peuvent être employées avec succès ; celles de fer cependant ne sont pas absolument incapables de conserver quelques traces de magnétisme ; mais les figures que l'on y trace sont imparfaites et fugaces, lors même qu'on augmente la vertu coërcitive du métal en l'écrouissant fortement.

Les moyens de développer nos figures diffèrent peu des procédés ordinaires d'aimantation ; elles sont d'autant plus pures et représentent d'autant plus exactement les traces de l'aimant qui les a produites que son magnétisme est plus énergique. On peut employer des faisceaux ou de simples barreaux, mais il convient, pour obtenir plus de netteté, que les extrémités en soient un peu arrondies, afin qu'ils s'appliquent plus exactement. On

peut employer un seul barreau ou deux en même temps, et pratiquer plusieurs procédés d'aimantation quand il s'agit de figures rectilignes et simples ; mais, quand elles sont curvilignes ou complexes, on ne doit se servir que d'un seul barreau avec lequel on trace comme avec une plume les figures désirées. C'est ainsi que l'on écrit par un simple trait le nom d'une personne dont il ne reste aucune trace apparente, mais que l'on rend visible en répandant sur la lame une couche mince de limaille de fer, qui s'arrange sur les traces et rend les caractères sensibles. Il ne faut pas donner à ces caractères plus de 4 à 5 centim. de hauteur pour qu'ils soient bien distincts.

Cet arrangement de la limaille de fer sur les traces de l'aimant est digne de remarque ; c'est toujours par un vide que les figures se distinguent, c'est-à-dire que les grains de fer, d'abord répandus uniformément sur les lames, s'accumulent vers les limites du trait, en laissant à nu l'intervalle qui en marque l'épaisseur, en sorte qu'ils se trouvent rassemblés sur les lignes qui séparent les parties de la lame magnétisée de celles qui sont neutres, et que les figures offrent une ressemblance parfaite avec celles que l'on peut former à la surface des lames non magnétisables, bois, carton, verre, etc., sous lesquelles on place un aimant. La ressemblance entre ces deux sortes de figures, quand les aimans et les parties magnétisées sont de même forme, n'est pas seulement exacte dans l'ensemble, mais même dans les plus petits détails. La limaille, réunie vers les parties où le magnétisme est le plus intense, est de même arrangée en pinceaux, en rayons, et forme ces mêmes courbes

que les physiciens ont long-temps regardées comme les indices des tourbillons, des écoulemens de matière subtile dont les aimans sont environnés. Enfin, ces courbes, ces pinceaux, si semblables aux deux pôles d'un même aimant, ont encore cette similitude qui ne permet pas de distinguer les deux parties l'une de l'autre. Analogues, sous quelques rapports, aux figures électriques, elles n'ont pas comme elles la propriété si remarquable de caractériser les deux fluides par des formes spéciales qui présentent un des plus beaux phénomènes de l'électricité, et qui fournissent l'argument le plus favorable à la théorie qui les admet.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des effets de l'*aimantation immédiate;* je nomme ainsi le développement du magnétisme à la surface des lames par l'application immédiate des aimans ; mais on peut encore le produire par l'application *médiate*, c'est-à-dire, en interposant entre le barreau et les lames quelques corps solides non magnétisables, le carton, le bois, le verre et même des lames métalliques, autres que le fer. L'observation prouve que de cette interposition il ne résulte d'autres phénomènes que ceux qui dépendent de la distance entre l'aimant et le corps à magnétiser. Cette aimantation *à distance* ou *par influence*, dont plusieurs effets sont très-connus, et par le moyen de laquelle nous obtenons des figures assez distinctes, exige, pour être efficace, que le barreau soit promené par l'un de ses pôles parallèlement et à une petite distance de la lame d'acier, et puisse parcourir itérativement les mêmes traces sans changer de distance, jusqu'à ce que le magnétisme soit suffisamment développé, pour rendre sensibles des figures

ainsi tracées dans l'espace. Pour les figures rectilignes, j'emploie des règles à rainures qui rendent invariable la marche et la distance du barreau. Pour les figures curvilignes, je me contente d'interposer quelque lame mince et d'une égale épaisseur, choisie parmi les substances non magnétisables. J'ai varié la distance de cette aimantation par influence, qui ne m'a présenté d'autre différence qu'une plus ou moins grande netteté dans les figures, selon la distance plus ou moins grande du barreau.

Il n'est pas inutile de remarquer que les figures, tracées si facilement par une seule friction d'un barreau et même par le simple approche, ne peuvent s'obtenir en imposant avec pression une lame magnétisée sur un autre dans l'état neutre, ni même en appliquant un barreau fortement magnétisé. De ce fait, conforme à la théorie, on ne doit pas conclure qu'elles sont absolument impropres à communiquer le magnétisme; car j'ai, par leur moyen aimanté de petites aiguilles; mais elles semblent moins propres à le communiquer qu'à le recevoir et à le conserver. Si des considérations hypothétiques sur les analogies des fluides électriques et magnétiques portaient le lecteur à supposer la possibilité de convertir les figures magnétiques en figures électriques, ou réciproquement, l'expérience lui en montrera l'impossibilité, comme elle me l'a prouvé dans les essais nombreux que j'ai faits à cet égard.

La limaille de fer, répandue en couche mince au moyen d'un petit crible de métal, et arrangée par l'attraction magnétique aidée de quelques oscillations, est, avons-nous dit, le moyen de rendre apparentes nos

figures magnétiques. On produit ces oscillations en frappant vers les bords de la lame avec l'anneau d'une petite clef ; mais il faut éviter les chocs qui produiraient des vibrations régulières, et qui pourraient en imposer sur la cause des figures, à moins qu'on ne veuille les combiner avec les figures de Chladni, comme je l'ai fait quelquefois pour varier les phénomènes et exciter la surprise. En opérant avec précaution, on peut combiner les deux sortes de figures, et obtenir des phénomènes aussi variés que curieux. Le succès est d'autant plus complet que le magnétisme de la lame est plus énergique ; les phénomènes d'autant plus frappans qu'on rend les figures magnétiques plus simples, et qu'on développe par les vibrations sonores des figures plus compliquées. Ceci n'est, au reste, qu'un objet de pure curiosité, on peut même dire d'amusement.

D'après le mode employé pour tracer les figures magnétiques au moyen d'une légère et unique friction, ou même par l'approche d'un barreau, il semblerait que le magnétisme doit être aussi fugace qu'il est peu énergique : il est cependant beaucoup plus permanent qu'on ne serait porté à le croire. J'ai retrouvé très-apparentes, après six mois écoulés, des figures tracées par un petit nombre de frictions ; et, lorsque l'expérience nous montre que des barreaux très-puissans s'affaiblissent promptement si leur état n'est maintenu par des armatures et autres moyens analogues, ceux-ci, quoique très-faibles, se conservent assez long-temps sans aucune de ces précautions. Le magnétisme finirait sans doute par s'éteindre totalement ; mais il y a lieu de croire qu'il durerait long-temps. Je ne puis, au reste, rien

préciser à cet égard, la multiplicité de mes expériences m'ayant forcé de changer fréquemment l'état de mes lames, et de les ramener à l'état neutre.

Cette permanence des figures magnétiques oblige l'expérimentateur à faire disparaître les dernières pour en tracer de nouvelles. On y parvient facilement en élevant leur température ; mais, tandis que pour les barreaux trempés dur et fortement magnétisés il est nécessaire d'élever leur température jusqu'au rouge obscur, il suffit de faire recuire nos lames sur le charbon rouge, jusqu'à la température qui donne le jaune-paille. Je ne me suis pas aperçu qu'elle se soit notablement affaiblies en les tenant pendant une heure dans l'eau bouillante. Ce moyen de faire disparaître les figures est le plus efficace ; mais il a l'inconvénient d'oxider la surface des lames, et de nécessiter un repolissage pénible à chaque changement. Je remédie à l'oxidation en les étamant ; ce qui n'altère en rien leurs propriétés magnétiques, les préserve de la rouille et leur communique un éclat qui fait valoir les figures. Dans cet état, lorsqu'on veut les faire disparaître, on chauffe, et la fusion de l'étain indique la température qui détermine la recomposition du fluide ; mais alors, comme l'enduit métallique s'oxide, on doit lui rendre son éclat en le frottant avec un peu d'huile, mêlée de muriate d'ammoniaque, au moyen d'une poignée d'étoupe, après avoir répandu sur la surface des lames une petite quantité de limaille d'étain. J'ai inutilement essayé de détruire les figures magnétiques par l'action du pôle opposé à celui avec lequel les figures avaient été tracées ; ce qui offre encore une différence notable entre le magnétisme partiel de nos

lames et celui des aimans magnétiques dans toute leur étendue.

L'élévation de température et l'aimantation inverse (j'entends par là la communication du magnétisme par un pôle opposé à celui d'abord employé) ont été jusqu'alors les seuls procédés usités pour rétablir les aimans artificiels dans l'état neutre. J'en ai employé un autre qui peut-être jettera, dans la suite, quelque lumière sur la cause immédiate de la force coërcitive. Il consiste à exciter dans les lames des vibrations réitérées et violentes. Pour cela, on place la lame, d'abord magnétisée, sur un madrier, et on la frappe à coups précipités avec un petit maillet de bois, de manière à lui communiquer de violentes oscillations. Par cette manœuvre, en deux minutes et souvent moins, les figures s'affaiblissent, perdent leur régularité, et enfin disparaissent complètement si on continue à les frapper de la même manière pendant une durée que je n'ai jamais vue excéder 3 à 4 minutes. Je me suis assuré que les vibrations capables de produire des sons, comme on le fait dans les expériences de Chladni, sont inefficaces pour recomposer le fluide dont les deux élémens isolés par l'aimantation, selon l'opinion la plus générale, semblent, dans nos expériences, se séparer des molécules de l'acier par les secousses réitérées, et se porter l'une vers l'autre en vertu de leur tendance mutuelle.

Ces expériences m'ont suggéré d'autres recherches sur les moyens d'imprimer le magnétisme au fer, ou de le rendre à son état naturel quand il l'a reçu. On connaît le pouvoir du frottement pour le faire naître; mais jusqu'alors on a pensé qu'il n'était efficace que quand il

était exercé par le fer, soit magnétisé, soit dans l'état neutre. Mais je me suis assuré que tous les corps durs pouvaient, au moyen du frottement, aider à la décomposition du fluide magnétique si on favorisait leur action par l'influence combinée d'aimans, seuls incapables de la produire. Pour répéter l'expérience qui constate ce fait, il faut n'employer que le fer doux, c'est-à-dire, dans l'état où il reçoit le plus facilement le magnétisme. On peut se servir de fils de fer non recuits, d'un décimètre de long, et d'un millimètre de diamètre. Les fils placés horizontalement entre deux barreaux opposés par leurs pôles, et à une distance telle qu'ils ne puissent être magnétisés, prennent des pôles dès qu'on les frotte itérativement avec quelques corps durs dans la direction des barreaux. On s'assure que les fils ne reçoivent la vertu magnétique que par l'influence du frottement, aidée de l'action des barreaux, en plaçant les fils à magnétiser à une assez grande distance des aimans, pour que seuls ils ne puissent opérer la décomposition du fluide et leur donner des pôles. On peut employer indifféremment tous les corps durs : le laiton, le cuivre, le zinc, le verre, et même le bois dur, ont fait naître des pôles bien distincts, que j'ai retournés itérativement en les situant dans une position inverse, et qui toujours ont été opposés à ceux des aimans qu'on peut considérer ici comme les causes efficientes de l'aimantation dont le frottement était la cause occasionelle. L'ingénieux et utile procédé de M. Gay-Lussac, pour communiquer au fer doux le magnétisme par la torsion, m'a servi à neutraliser des fils de fer auparavant magnétisés et pourvus de pôles : si, dans cet état, on les tord, ils conservent le magnétisme qu'ils avaient

avant la torsion ; mais si, après les avoir ainsi tordus, on les tord en sens contraire, ils redeviendront parfaitement neutres.

D'après ces expériences, que devons-nous penser de la cause des phénomènes magnétiques, de l'agent magnétique et de la force coërcitive? La séparation des élémens de ce fluide, qui, selon l'opinion la plus générale, constitue l'état magnétique, est favorisée par le mouvement communiqué aux molécules, par le frottement, la torsion, et même les vibrations que j'ai employées avec succès. La recomposition du fluide magnétique est de même favorisée par les vibrations violentes et la torsion en sens inverse. Cependant la condensation d'une aiguille magnétisée ne la neutralise pas, comme je m'en suis assuré, en écrouissant fortement des fils de fer et d'acier auparavant pourvus de pôles. Il semble donc que l'état magnétique soit produit par toutes les causes qui changent l'arrangement des molécules, lorsque les corps ainsi modifiés sont en même temps soumis à l'influence d'aimans, assez puissans pour fixer les deux fluides ébranlés, pour ainsi dire, par les causes qui changent l'état des molécules. C'est ainsi que, dans le procédé de M. Gay-Lussac, l'action de la terre est la cause efficiente de la décomposition du fluide favorisé par le mouvement des molécules agitées par la torsion. Cependant, comme les mêmes agitations des molécules, les vibrations, la torsion inverse, favorisent la recomposition du fluide ou la réunion de ses deux élémens, on doit demander comment ces effets opposés peuvent être produits par la même cause. Il est surtout assez extraordinaire que la torsion et la condensation qui impriment aux molécules des mouvemens évi-

dens, soient insuffisantes pour opérer la recomposition des fluides, qui cependant peut être produite par le simple frémissement des molécules, vu que l'un de ces procédés suppose un déplacement complet et permanent, et l'autre un déplacement seulement momentané, n'est enfin que de simples oscillations.

Le magnétisme partiel des lames sur lesquels nous traçons nos figures fournit encore matière à d'autres réflexions. Comme ces figures, qui ne sont que des aimans de formes variées, sont de toute part entourées d'une substance susceptible d'acquérir le magnétisme qui peut se développer par communication, on doit s'étonner que ce moyen de communication entre les pôles opposés des aimans ne les ramène pas promptement à l'état neutre. Cependant il n'en est pas ainsi; la portion du métal qui environne la figure magnétique, ne remplit que le rôle des armatures, et le magnétisme se maintient. Si la figure est un simple parallélogramme allongé représentant un barreau de même dimension, l'état de la lame explorée par le moyen de petites aiguilles suspendues à de simples fils de cocons, présente les mêmes phénomènes que le barreau représenté; et les parties qui entourent cette portion magnétique sont dans un état neutre, comme si elles n'avaient avec elle qu'un rapport de voisinage, d'où il résulte que la vertu magnétique qui se communique si facilement par influence, cesse de se communiquer entre les parties continues d'un corps magnétisable, dont une portion est magnétique et les autres dans l'état neutre. C'est ainsi que des aiguilles de fer ou d'acier de trois décimètres de longueur, magnétisées dans leur tiers moyen, conservent leur état sans que le

magnétisme des deux pôles se propage aux deux extrémités neutres.

Nancy, 1er juillet 1829.

Lettre *de M.* Parrot *à MM. les Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *sur les phénomènes de la pile voltaïque.*

Messieurs,

J'ai lu dans vos excellentes *Annales*, avec un intérêt extrême, l'extrait que vous avez donné à vos lecteurs du Mémoire de M. de La Rive intitulé : *Recherches sur les causes de l'électricité voltaïque.* Votre assentiment aux conclusions que ce physicien distingué tire de ses expériences va être le signal auquel l'Europe savante se ralliera pour admettre que, dans la pile voltaïque, il n'existe point d'électricité de contact, et que l'électricité qui se développe dans cet appareil est uniquement due à l'action chimique des substances dont il est composé. Ce triomphe de la théorie chimique de l'électricité doit m'intéresser plus vivement que tout autre physicien, puisque j'ose dire, sans vouloir le moins du monde diminuer le mérite de M. de La Rive, que c'est moi qui ai créé cette théorie, et l'ai soutenue sans relâche depuis l'année 1801 jusqu'à aujourd'hui.

Permettez-moi, non-seulement de faire valoir mes droits légitimes à cette théorie, qui fera naître un autre ordre de choses, un nouveau langage même dans la

chimie, mais aussi d'ajouter ce qu'elle contient en sus de ce que fournissent les expériences et les raisonnemens de MM. de La Rive et Nobili, mes travaux sur cet important objet n'étant apparemment pas connus en France, et veuillez insérer cette lettre dans vos *Annales*, soit pour me rendre justice, soit pour donner occasion aux physiciens de constater, par de nouvelles expériences, les sujets que M. de La Rive n'a pas encore traités.

Dès que la découverte de la pile de Volta eut retenti jusqu'à Riga, où je me trouvais alors, je m'occupai avec zèle, dans ce coin de l'Europe, de recherches sur cet important objet, et, après de nombreuses expériences, je fus en état de rédiger la théorie de la pile en septembre 1801; la publication fut retardée par ma nomination à la chaire physique de Dorpat. Peu après mon arrivée dans cette ville, je lus la question de prix sur la pile de Volta, proposée par la Société batave des sciences de Harlem. Je me mis sur les rangs en envoyant mes travaux. Mon Mémoire fut couronné, et j'eus l'honneur d'être nommé quelque temps après *membre* de cette illustre Société. Considérant ensuite que, comme les Mémoires des Sociétés savantes ne paraissent ordinairement que tard, mes idées pourraient devenir surannées, je publiai, dans les *Annales allemandes de physique*, t. XII, p. 49, un extrait de mon Mémoire de concours dans une lettre adressée au rédacteur M. Gilbert, en date du commencement de mars 1802.

Ce fut en novembre 1801 que Volta répéta ses expériences à Paris, et y dévoila en entier la théorie qu'il avait déjà indiquée (à ce que j'appris depuis) dans quel-

ques lettres particulières. Dès cette époque, tous les physiciens se déclarèrent avec un zèle ardent pour cette hypothèse. En Allemagne, il se forma une espèce de propagande pour la répandre, dont Mr C. H. Pfaff se nomma publiquement l'apôtre. La théorie chimique de la pile fut éclipsée, et en France M. Biot lui fit à peine l'honneur de l'attaquer par son expérience faite à la balance de torsion. Le seul H. Davy parut (si je ne me trompe) en 1803, incliner un moment, de même que M. Wollaston, pour cette théorie, mais l'abandonna ensuite. De temps en temps on l'attaquait en Allemagne, surtout à l'apparition de la pile soi-disant sèche de Zamboni, que je prouvai n'avoir été sèche dans aucune des expériences que l'on avait faites jusqu'alors, car, lorsqu'on la sèche véritablement, elle ne donne aucun signe d'électricité (1). C'est ainsi qu'un grand nom, justement révéré, a fasciné pendant vingt-sept ans l'Europe entière. Je fus peut-être le seul qui ne se laissa pas ébranler un moment, non par opiniâtreté, mais parce

---

(1) On se permettait tout contre ma théorie, sans examen, et M. Pfaff, en me reprochant de n'avoir pas adopté, dans mon cours de physique, la théorie de Volta, osa dire que, si j'avais répété une seule fois l'expérience avec le condensateur à plaques hétérogènes, je n'adhérerais plus à ma théorie; tandis que le même ouvrage, qu'il regarde comme défectueux à cet égard, contient, p. 553 et 554, vingt expériences faites par moi avec cette espèce de condensateur. On faisait flèche de tout bois contre le physicien qui avait osé dire que les expériences de Volta n'étaient pas justes et que sa théorie était erronée.

que toutes les nouvelles expériences des physiciens et de moi, raffermissaient mon opinion, et étaient des preuves contre celles de Volta.

Mais était-ce la peine, dira-t-on peut-être, de soutenir si long-temps une lutte si inégale? Assurément! car, outre qu'il ne faut jamais abandonner la cause de la vérité, je voyais de nouvelles erreurs naître de l'hypothèse voltaïque, s'affermir de jour en jour, et empiéter sur le domaine des branches les plus importantes des sciences naturelles.

D'abord, l'électricité de contact dérivait d'une qualité occulte, dont l'existence était démentie par tous les autres phénomènes électriques, et l'explication de la marche des deux ε dans la pile, quelque insuffisante qu'elle fût, supposait au liquide une seconde qualité occulte, en vertu de laquelle il était et n'était pas en même temps un conducteur électrique.

La chimie n'existait plus; un des plus grands chimistes de notre temps en avait fait un appendice de l'électricité, séduit par les conséquences tirées de l'hypothèse de Volta, qui partageaient tous les corps en positifs et négatifs. Sir H. Davy, enhardi par ces idées banales, alla jusqu'à conclure, d'une suite d'ailleurs très-intéressante d'expériences, que l'électricité pouvait anéantir les forces chimiques des corps. Aujourd'hui la chimie renaît de ses cendres; l'Europe va reconnaître que, loin d'être un rejeton subordonné de l'électricité, c'est elle qui produit les phénomènes électriques, et le langage, introduit par ces fausses idées, tombera.

La théorie des météores aqueux et celle de la foudre sont aujourd'hui intimement liées l'une à l'autre. La

foudre sera, ainsi que je l'ai enseigné, le résultat des changemens chimiques et physiques qui ont lieu dans l'atmosphère, et l'électricité n'agira plus, ici comme ailleurs, qu'en qualité d'agent chimique.

La brillante découverte d'Œrsted et les travaux de MM. Arago et Ampère nous ont appris que les phénomènes magnétiques sont engendrés par l'électricité, et sont par conséquent petits-fils de la chimie. Les variations périodiques et régulières de l'aiguille aimantée et l'influence des aurores boréales sur cette aiguille l'indiquaient depuis long-temps. Mais la vue était fascinée. Nous ne chercherons donc plus aujourd'hui le magnétisme de notre terre dans un ou plusieurs aimans, fixes ou mobiles, près du centre du globe, créés immédiatement par la volonté divine, ou plutôt par l'imagination des partisans de ces hypothèses. Les géomètres ne prodigueront plus leurs calculs à la recherche d'une loi imaginaire des variations magnétiques dans le temps et l'espace. Un coup-d'œil sur la carte magnétique de M. Yeates, qui, bien que depuis que le capitaine Flinders nous a révélé les aberrations de l'aiguille sur les vaisseaux, doive être considérée comme affectée de nombre d'erreurs de quelques degrés, suffisait néanmoins à prouver qu'il n'existe aucune loi mathématique dans ces variations. Mais le 19me siècle paraît trouver plaisir à fonder d'immenses calculs sur des idées creuses. La source du magnétisme terrestre étant dès aujourd'hui reconnue comme chimique, nous la trouverons, comme je l'ai annoncé depuis dans mon ouvrage allemand *Physik der Erde*, p. 527, et développée un peu davan-

tage dans mes *Entretiens sur la physique*, pag. 266 e suiv. ; dans les grands travaux souterrains de la chimie; dans ces opérations terribles qui animent les volcans et font trembler la croûte du globe d'un bout d'une hémisphère à l'autre. Ces procès souterrains et les matières qui les nourrissent, disséminés irrégulièrement, forment autant d'aimans dont les pôles, en se réunissant, produisent un ou plusieurs aimans qui pénètrent la surface entière du globe, comme, dans un petit aimant naturel, chaque parcelle a ses pôles à elle, dont la réunion forme deux ou plusieurs aimans dans la masse entière. A l'espérance déçue de trouver une loi qui n'existe pas, succédera l'espérance fondée de trouver, dans les variations quadruples de l'aiguille aimantée, des indices de changemens qui s'opèrent dans le grand procès volcanique, et des milliers d'observations faites pendant un siècle ne seront pas perdues. Cette aiguille, télescope magique qui offre à la vue du navigateur, à des distances immenses et malgré la courbure de la terre, les lieux sur lesquels son vaisseau se dirige, deviendra un télescope d'un nouveau genre qui percera l'écorce terrestre, pour offrir au physicien l'aspect des changemens du procès volcanique qui suit à pas lents et tortueux la file des substances souterraines dont il se nourrit. Peut-être que de bonnes observations de l'aiguille aimantée eussent fait prévoir la catastrophe qui vient de dévaster le littoral de Valence et de Murcie. Mais retournons à la théorie de la pile voltaïque.

Mon Mémoire de concours, et l'extrait que j'en ai publié dans les *Annales de Gilbert*, t. XII, p. 49, con-

tiennent déjà les théorèmes suivans (1), fondés sur mes expériences; naguère M. de La Rive en a démontré une grande partie pour la seconde fois.

1) La différence principale entre l'électricité de frottement et celle de la pile dérivent du mode d'excitation des agens électriques.

2) La translation des agens électriques d'un bout de la pile à l'autre ne se fait pas sans une très-grande perte, et il existe pour la pile une intensité de tension électrique qui ne peut être dépassée par aucun nombre de couples.

3) Quant à la grandeur de la surface des plaques, elle augmente toujours l'effet, et un seul couple de 5 à 6 pieds de diamètre fournira peut-être plus d'ε que la grande machine électrique du musée Teylérien.

4) Une suite de métaux hétérogènes (de substances quelconques), qui se touchent, diminue la force conductrice des métaux au point qu'elle peut isoler de petits degrés d'ε, tandis qu'une suite de métaux homogènes est encore un bon conducteur pour ces mêmes degrés. On trouve, dans mon *Cours de physique allemand* et dans mes *Entretiens*, ce même théorème, qu'une suite de substances hétérogènes diminue la force conductrice, prouvée dans la propagation du son, de la chaleur et de la lumière. Nombre de physiciens ont employé ce théorème sans jamais me nommer comme son auteur.

5) L'oxidation des plaques de la pile est la cause et non l'effet des phénomènes électriques de la pile. Au

---

(1) Je ne cite que les plus importans, pour ne pas donner trop d'étendue à cette lettre.

reste, j'observai déjà alors (en 1801) que l'oxidation n'est ici que le représentant d'un phénomène plus général, celui du changement de forme.

6) L'effet de la pile dépend, non du degré d'oxidabilité absolue des métaux (d'exiger plus ou moins d'oxigène pour s'oxider), mais de la rapidité avec laquelle l'oxidation a lieu.

7) La marche des deux ε d'un bout de la pile à l'autre ne se fait pas par voie de communication, mais par voie de distribution d'un couple à l'autre.

8) Lorsqu'on oxide un métal au moyen d'un fluide, il en résulte la double électricité : — ε paraît sur le métal, + ε dans le fluide.

9) Lorsqu'un métal s'oxide par un fluide, il se forme à chaque instant à sa surface une couche infiniment mince d'oxide, qui possède pour le moment la chaleur rouge, et sert par là d'isolateur pour les deux ε produites par l'oxidation. Le moment d'après, cette couche se mouille et devient par là conducteur. J'ai conclu ces hauts degrés de chaleur de l'oxide naissant, de l'idée que je me suis faite de la nature des substances oxidantes, qui, selon moi, ne sont autre chose que des magasins de calorique combiné (1).

---

(1) Je distingue trois états du calorique, le *calorique libre*, qui n'est autre chose que le calorique rayonnant; le *calorique latent*, celui qui, uni au corps par l'affinité physique, produit la température et se dégage dans les milieux de moindre température; le *calorique combiné*, qui, indépendant de la température des milieux, est uni aux corps par l'affinité chimique, et n'en est dégagé que par la décompo-

C'est sur ces données que je construisis déjà, en septembre 1801, le procès électrique de la pile dans tous ses détails, et en distinguant soigneusement deux cas, celui où un seul des deux métaux est sujet à oxidation, et celui où les deux métaux s'oxident. On peut en voir l'extrait dans les *Annales de Gilbert*, t. XII, p. 55, et, plus en détail, dans mon *Cours de physique allemand*, déjà cité, t. II, p. 569 et suiv.

J'ajoutai à cette théorie de la pile celle de la décomposition de l'eau par l'électricité. Mes expériences se dirigèrent d'abord sur l'examen chimique de l'eau qui avait été exposée à la décomposition, en plaçant dans des tubes à part deux portions d'eau, et en faisant agir le pôle positif sur l'une et le pôle négatif sur l'autre, après avoir fait la jonction des deux eaux par un faisceau de fils; le résultat fut que ces deux eaux étaient de nature différente. Au reste, j'avoue volontiers aujourd'hui, dans l'état actuel de nos connaissances, que ces expériences ne me paraissent plus assez concluantes, et il serait à souhaiter que, vu les progrès que la chimie a faits depuis vingt-sept ans, un chimiste habile entreprît de nouveau cette recherche. Au reste, elle n'est pas indispensable, ma théorie de la décomposition de l'eau ne roulant que sur deux conséquences incontestables

---

sition de ces corps. Le gaz oxigène et les acides sont les seules substances qui contiennent du calorique combiné, et je ne reconnais pour acides que les substances qui contiennent du calorique à cet état. Mais comprendra-t-on ceci? En France, l'on paraît ne pas connaître la distinction que j'ai établie entre les deux espèces d'affinités!

des phénomènes. Voici cette théorie telle que je l'exposai alors :

1er *Phénomène*. A la partie positive, il se dégage du gaz oxigène; à la négative, du gaz hydrogène.

2me *Phénomène*. Chacune des ε est accumulée sur sa pointe comme dans les conducteurs ordinaires, par la résistance que le milieu offre à son passage.

1re *Conséquence*. La substance électrique positive dégage de l'oxigène de l'eau, et la négative dégage de l'hydrogène. La première a donc le pouvoir de donner à l'oxigène liquide la forme de gaz, et la seconde à l'hydrogène.

2me *Conséquence*. La portion d'eau qui a perdu son hydrogène abandonne son oxigène liquide au reste de l'eau qui s'en empare, et devient *eau suroxigénée*. Celle qui a perdu son oxigène abandonne au reste de l'eau son hydrogène liquide, qui s'en empare et devient *eau surhydrogénée*. Le contact, immédiat ou par le canal du faisceau de fils, mêle petit à petit ces deux eaux et refait de l'eau ordinaire. Voilà ce qui rend l'analyse des deux eaux difficiles.

On n'a point admis cette théorie, sur la croyance que l'hydrogène et l'oxigène seuls ne peuvent se combiner que dans une seule proportion. Mais, en 1818, M. Thenard nous a appris à faire chimiquement de l'eau suroxigénée. Pourquoi ce célèbre chimiste n'a-t-il pas cherché à faire de l'eau surhydrogénée? Ce travail serait digne de lui ; il serait même peut-être plus facile que le premier. N'arriverait-on pas au but en décomposant l'eau par le manganèse dans un vase scellé hermétiquement, afin que le gaz hydrogène dégagé presse enfin

le liquide avec une telle force que l'hydrogène, qui veut continuer à se dégager, ne puisse acquérir la forme gazeuse, et soit forcé de s'unir à l'eau par affinité chimique, comme l'oxigène l'est dans l'eau suroxigénée ?

Nos deux conséquences découlent si nécessairement des faits, que ceux qui ont voulu expliquer le phénomène autrement ont dû, comme M. Richter, supposer que $+\varepsilon$ transporte avec une célérité infinie l'hydrogène vers la pointe négative et *vice versâ*, pour recomposer l'eau entre les deux pointes. Mais, outre qu'il serait plus naturel que $+\varepsilon$ et $-\varepsilon$ ne fissent rien du tout que se réunir paisiblement, au lieu de faire et défaire elles-mêmes leur ouvrage par le même acte, peut-on concevoir que la même $+\varepsilon$, par exemple, qui a donné à l'oxigène la forme gazeuse, puisse en outre transporter l'hydrogène ? La chimie entière ne nous offre aucun exemple d'une pareille fonction double. Si l'on objecte que $+\varepsilon$ ne dégage pas l'oxigène immédiatement, mais seulement médiatement en transportant l'hydrogène ailleurs, alors l'oxigène liquide devrait tirer de l'eau le calorique dont il a besoin pour se former en gaz, et par conséquent refroidir l'eau. Mais il arrive le contraire. J'avais déjà consigné, dans mon Mémoire de concours, une suite d'expériences qui prouvent que pendant l'action de la pile il y a augmentation de température des deux côtés.

Si nous considérons notre théorie de la décomposition de l'eau relativement à la décomposition des acides, des alcalis et des sels, et aux réductions métalliques, elle nous fournit quatre substances différentes, comme réagens chimiques, pour ces décompositions. Du côté

positif, nous avons l'oxigène au moment où il quitte l'hydrogène de l'eau pour prendre la forme élastique (ce que, en d'autres cas, on a nommé depuis *gaz naissant*) et l'eau surhydrogénée. Du côté négatif, nous avons le gaz hydrogène naissant et l'eau suroxigénée. Les explications sont si faciles qu'il est inutile d'en grossir le volume de cette lettre. Au lieu de ces explications chimiques, on a supposé jusqu'ici aux bases une affection particulière pour l'électricité négative, et aux substances acidifiantes et acidifiées la même affection pour l'électricité positive, d'où est née l'hypothèse de corps essentiellement positifs et d'autres essentiellement négatifs, plus ou moins, et capables de se gérer l'un vis-à-vis de l'autre comme le contraire de ce qu'ils sont : idée qui répugne aux premiers principes d'électricité, qui nous disent que, lorsqu'on met en contact deux corps, dont l'un a 10 degrés de $+\varepsilon$, et l'autre 5 degrés de $+\varepsilon$; ces deux portions de $+\varepsilon$ ne se neutralisent pas, mais se partagent, sans aucun changement de leur nature, sur les deux corps, jusqu'à établir égalité de tension. Cette même erreur a fait admettre des substances chimiques qui jouent le rôle, tantôt de bases, tantôt de matières acidifiantes. L'on croyait ne pouvoir tirer trop de conséquences de ce principe fécond.

Tel est en substance (à l'exception de ces deux dernières observations, que j'ai faites plus tard) le contenu de mon Mémoire de concours, de mon premier travail sur l'électricité voltaïque. Il ne me reste plus à parler que de ce que j'ai fait ensuite relativement à l'hypothèse de Volta.

J'ai répété les expériences sur lesquelles cet illustre

physicien l'avait basée. Elles se réduisent proprement à deux, qui peuvent représenter toutes les autres. L'une est celle de deux plaques hétérogènes, égales et ovales (cuivre et zinc), fixées l'une à l'autre et se dépassant mutuellement, de sorte qu'on puisse en saisir l'une sans toucher l'autre, avec laquelle on touche un condensateur. Nombre de physiciens ont obtenu les résultats annoncés par Volta. Quelques autres n'osaient avouer que l'expérience ne leur réussissait pas. M. Haüy a déclaré qu'elle ne réussissait que lorsqu'on touchait le condensateur avec le cuivre, et pensait que, même dans l'hypothèse de Volta, le revers de l'expérience ne pouvait pas produire ε. Moi, je n'ai jamais obtenu d'électricité dans l'un et l'autre cas, parce que j'ai une main sèche, et que j'évitais autant que possible tout frottement. M. de La Rive semble rejeter cette dernière cause de l'électricité qui a apparu à Volta. Mais mes expériences, confirmées par celles que M. Becquerel a faites récemment, m'ont prouvé qu'un très-petit frottement sur le condensateur produit une faible tension électrique.

La seconde expérience consiste à mettre en contact plat une plaque de zinc et une de cuivre (toutes deux bien ajustées l'une à l'autre et polies), de sorte que l'une soit en communication avec la terre, et l'autre munie d'un manche isolatoire. On les sépare, et j'ai obtenu, comme Volta, des degrés très-marqués d'ε au condensateur, en enlevant l'une des deux plaques. Mais cette ε s'explique par le frottement inséparable d'un pareil mouvement, et peut-être aussi par la dilatation subite de la couche très-mince d'air qui se trouve entre

deux, et ne peut par conséquent pas faire preuve en faveur de l'électricité de contact.

Mais je ne me contentai pas d'avoir prouvé par là que cette hypothèse n'était nullement démontrée ; le doute eût encore été possible. Il fallait avoir une expérience décisive, un *experimentum crucis*, qui ne laissât aucun doute. Je pris une plaque de cuivre et une de zinc, toutes deux bien unies et polies ; je les plaçai l'une sur l'autre, l'inférieure communiquant à la terre, et, après leur avoir enlevé l'ε que cette apposition aurait pu exciter par frottement, je mis la supérieure en contact avec la verge d'un double condensateur, de sorte que, en établissant le contact, aucun frottement n'ait lieu. Dans la manipulation de ce double condensateur, tout frottement, qui eût pu exciter une ε équivoque, était parfaitement éliminé. Le résultat fut, même en employant le bâton mobile, que jamais le contact des deux métaux ne produisit le moindre signe d'ε (1).

Je commençai par comparer entre elles les expériences de plusieurs physiciens très-distingués sur la pile voltaïque, relativement à l'effet des différens liquides, à l'effet de différens gaz dans lesquels une pile chargée d'eau dis-

---

(1) En calculant l'effet du petit condensateur, non selon la loi du carré des distances, mais selon celle des distances simples (je regarde la dernière comme la vraie pour les électromètres à pendule), le coëfficient de condensation est 20 ; et, en combinant le grand condenseteur avec le petit, ce coëfficient est 500, et peut aller jusqu'à 1000, si l'on rapproche les deux plaques du petit condensateur jusqu'à $\frac{1}{20}$ ligne. Or, comme je puis observer avec cet instrument jusqu'à $\frac{1}{10}$ de

tillée était plongée, et à l'effet de différens métaux. J'en tirai la conclusion générale, que l'effet électrique augmente et diminue avec le degré d'oxidabilité de celui des deux métaux qui s'oxide le plus rapidement, expliquant chacun de ces phénomènes à part dans ce principe, pag. 545 et suiv. du *Cours de physique allemand.*

On avait déjà des expériences sur l'ε qui se développe par quelques opérations chimiques; j'en ajoutai onze nouvelles sur les inflammations de différentes substances et sur l'oxidation des métaux par les acides. Mon double conducteur me donna constamment (sans l'usage du bâton mobile) des signes non équivoques d'électricité positive et négative, selon la nature du procès, p. 560 et suiv.

Guidé par ces prémices, je fis l'*experimentum crucis* qui devait décider si le procès chimique est réellement la source de l'électricité de la pile ou non. J'employai pour cela mon condensateur double sans le bâton mobile, p. 563. Les expériences furent faites avec une plaque de zinc et de l'acide nitrique avec 5 parties d'eau, avec une plaque de cuivre et le même acide, et en mettant tantôt le fluide et tantôt le métal en jonction avec le condensateur, tandis que l'autre communiquait avec

---

degré, l'instrument entier rend encore sensible une ε qui n'aurait que $\frac{1}{5000}$ ou $\frac{1}{10000}$ degré de l'électromètre à feuilles d'or. En employant le bâton mobile et calculant toujours suivant la même loi, le coëfficient de condensation peut devenir vingt fois plus grand, ou indiquer $\frac{1}{100000}$ ou $\frac{1}{200000}$ degré d'ε. La description de cet instrument se trouve dans mes *Entretiens* sur la physique, t. v, p. 86-90.

la terre. Ces quatre expériences, répétées très-souvent et avec d'autres liquides oxidans, prouvèrent que l'*oxidation produit les deux* ε, *la positive dans le liquide et la négative sur le métal.* Ces expériences n'ont point réussi à M. de La Rive, parce qu'il ne se servait que du condensateur simple. Celles de l'électricité sous forme de courant lui ont réussi, parce que le galvanomètre multiplicateur est encore plus sensible que le condensateur double. Je répétai ces quatre expériences, en isolant le métal ou le liquide qui auparavant était en communication avec la terre; le condensateur ne donna aucun signe d'ε. L'eau distillée, mise à la place de l'acide, donna également des signes d'ε, mais moindres que l'acide.

Je mis une plaque de zinc sur une de cuivre et *vice versâ*, et couvris la supérieure d'acide; le résultat fut le même que lorsque je n'avais pas la seconde plaque. Je mis l'acide entre les deux plaques : l'oxidation eut lieu sur l'une et l'autre, et + ε se manifesta sur le cuivre, — ε sur le zinc. L'effet fut moindre que lorsque je n'employais que le zinc. Ces expériences prouvèrent que *le vrai élément de la pile n'est pas métal et métal, mais métal et liquide oxidant*, et que la marche des ε, lorsque les deux métaux s'oxident, est la même que celle que produit à lui seul le métal qui s'oxide le plus facilement.

Muni de ces données incontestables, j'analysai le problème de la pile, distinguant soigneusement la séparation des deux ε à leur naissance, et la marche de l'une et l'autre en sens contraires d'élément à élément, de même que le cas où un seul métal s'oxide, de celui où

les deux sont attaqués. J'explique la séparation des deux ε à leur naissance et la grande perte d'ε qui a lieu dans la pile (1), comme M. de La Rive l'a fait nouvellement, par la couche d'oxide qui se forme à chaque instant à l'état de sécheresse parfaite (chaleur rouge selon moi) et se mouille dans l'instant. Cette opération se fait par le principe de distribution, la couche d'oxide sec faisant l'office d'isolateur. Le même principe m'offre une solution complète et satisfaisante de la marche des deux ε le long de la pile (2).

Enfin, je réfute, p. 567, les conclusions que M. Biot avait tirées de son expérience avec la balance de torsion contre la théorie chimique.

D'après ce que je viens d'exposer, j'espère que l'on me permettra de dire que je suis l'auteur de la théorie chimique de l'électricité, et que, dès 1811, c'est-à-dire, depuis dix-sept ans, cette théorie était au moins aussi complète et aussi parfaitement démontrée qu'elle l'est par les travaux de M. de La Rive. Au reste, je suis bien éloigné de refuser à un savant aussi célèbre la reconnaissance que je lui dois; en augmentant par son travail sa réputation d'ailleurs si bien méritée, il a travaillé en même temps pour la mienne; car je m'étais enfin fati-

---

(1) Il se fait encore une perte immense d'ε dans la pile par l'évaporation du fluide, comme je l'ai prouvé dans mon Mémoire *sur la pile de Zamboni*. (*Ann. der physik von Gilbert*, t. LV.)

(2) J'ignore si M. de La Rive s'accorde en tout point avec moi dans la solution de ce dernier problème, l'extrait de son Mémoire n'étant pas suffisant pour m'instruire là-dessus.

gué devoir que, malgré toutes les preuves que je fournissais, malgré l'accord parfait des explications avec les principes et les faits, et malgré les grandes vues que cette théorie ouvrait dans plusieurs champs de la physique et de la chimie, elle ne gagnait pas de terrain, et que les objections ne cessaient pas de se renouveler. Celle qu'on tira de la pile de Zamboni me parut la plus sérieuse et fut la dernière que je daignai réfuter en 1817 dans les Annales de Gilbert, tom. LV, pag. 165, où je prouvai :

1) Qu'une pile de ce genre, exposée au soleil ou à la chaleur rayonnante d'un poêle, n'est pas une pile sèche dans le sens chimique, mais tout au plus dans celui d'une blanchisseuse ; car, lorsque j'eus enfermé une pile de Zamboni dans un espace fermé où je séchai l'air au moyen de la chaux à l'état caustique, l'électromètre à feuilles d'or et même le condensateur simple n'indiquèrent aucune trace d'ε, dès que mon hygromètre à soie fut parvenu à 22 degrés, quoique j'eusse laissé agir la pile sur le condensateur pendant 8 minutes.

2) Qu'une pile placée dans un air qui s'humecte petit à petit jusqu'à la saturation, fait, lorsqu'on l'en a retirée, diverger les feuilles d'or de l'électromètre sans condensateur autant que les parois le permettent. Elles heurtent contre les feuilles d'étain qui servent à les décharger jusqu'à 17 fois par minute, retombant chaque fois d'environ 15 degrés, jeu qui dure plusieurs heures. D'autres fois ces oscillations se répétaient jusqu'à 60 fois par minute, mais étaient plus petites ; il m'arriva même une fois que les feuilles d'or se déchirèrent par la violence de leur divergence. Si l'on donne à la pile de

moindres degrés d'humidité, les effets électriques sont en proportion. Ces expériences prouvent clairement que la pile de Zamboni n'offre aucun effet électrique si elle n'est pas humide; et comme cette condition est nécessaire (comme je l'ai prouvé ailleurs), pour que l'oxigène atmosphérique oxide les métaux, l'on doit en conclure que l'*action électrique de ce genre de piles est due à l'action chimique de l'oxigène, à l'oxidation des métaux.*

Je passe sous silence beaucoup d'observations curieuses et intéressantes que ces expériences m'ont fournies en outre du résultat principal. Je me permettrai seulement de rapporter aussi brièvement que possible les résultats que j'ai obtenus sur la quantité d'ε que la pile de Zamboni livre à un degré de sécheresse moyenne, telle que l'est ordinairement l'air de nos chambres.

1°) Une pile de Zamboni ne livre qu'environ $\frac{1}{1600}$ de l'ε que fournit la pile de Volta chargée avec une solution saturée de salmiak, dans la supposition que toutes autres données soient égales de part et d'autres.

2°) La pile voltaïque perd, par l'évaporation de son liquide, au moins $\frac{199}{200}$ de l'électricité qu'elle pourrait d'ailleurs fournir à chacun de ses pôles. Si l'on voulait pousser le calcul a toute rigueur, on trouverait que cette perte irait à $\frac{79999}{80000}$.

3°) Un pouce cube de gaz oxigène suffit pendant au moins 3000 jours à entretenir l'activité moyenne d'une pile de Zamboni de 1000 élémens, dont chacun a $2\frac{1}{2}$ pouces en carré. Ce qui explique déjà la durée de l'activité de ces piles. En outre,

4°) Ces piles, placées dans un cylindre de verre,

scellé avec un vernis de résine, ne sont pas absolument soustraites à la communication avec l'air extérieur. L'humidité, et par elle l'oxigène atmosphérique pénétrant au travers de cet enduit. Un lut composé de cire, de suif, de térébenthine et d'huile, scelle bien plus hermétiquement.

Déjà dans mon Mémoire de concours j'ai émis et appuyé une hypothèse sur la nature des deux électricités. Dans cette hypothèse $+\varepsilon$ *est le calorique* et $-\varepsilon$ *le luminique*. Le phénomène électrique est la réunion de ces deux agens au moment où ils sont développés par le procès chimique. Je croirais outre-passer de beaucoup les bornes permises d'une lettre, si je tentais de développer ici cette hypothèse. On trouve les faits et les raisonnemens sur lesquels elle s'appuie dans mon Cours allemand déjà cité, t. II, p. 592 et suiv., et dans mes Entretiens également cités, t. V, p. 221 et suiv. Je donne, dans ce dernier ouvrage, l'explication du phénomène de l'inflammation simultanée d'un bâton de charbon à ses deux bouts par les pôles de la pile. Celle de M. de La Rive ne me paraît pas suffisante; car la difficulté de passage des ε des conducteurs au charbon (d'ailleurs très-petite à raison de la force conductrice du charbon) ne peut, comme telle, produire qu'une affluence des ε à la pointe de chaque conducteur, non l'inflammation ou l'échauffement du charbon jusqu'à l'incandescence, si la pile ne fournit les principes matériels pour cela; mon hypothèse explique très-facilement le phénomène. Du côté positif, le calorique accumulé échauffe le charbon jusqu'à l'incandescence, c'est-à-dire, jusqu'à en chasser le luminique qu'il contient en qualité de ma-

tière inflammable; du côté négatif, le luminique, accumulé, développe le calorique du charbon et cause son inflammation. + : fait ici l'effet d'un fourneau de réverbère, et — ε celui d'un verre ardent.

Enfin, qu'il me soit permis de rappeler que j'ai émis en théorème (*Cours de Physique allemande*, p. 589) que l'électricité de frottement a également une origine chimique, l'oxidation de la surface du frottoir à l'air. Les raisons théoriques que j'en donne sont appuyées des expériences du docteur Heidmann, qui prouvent qu'une machine électrique ne fournit point d'ε lorsqu'elle est placée dans une atmosphère qui ne contient pas de gaz oxigène disponible. J'explique (p. 391 et 392) avec facilité les hauts degrés de tension que la machine fournit, comparés à la faible tension de la pile voltaïque. J'ajoute en ce moment aux preuves citées la preuve suivante. Le frottement n'est qu'une pression réitérée : or, la pression simple ne produit point d'ε. Comment la pression réitérée en produirait-elle? Mais, en supposant qu'elle en produisît, ce serait ou l'une des deux seulement, ou l'une et l'autre. Si, par exemple, la compression produisait + ε, la dilatation, qui suit immédiatement, l'engloutirait de nouveau, et l'état électrique serait = 0. Si la pression produisait les deux ε, rien n'empêcherait leur jonction, aucune couche d'oxide ne se formant, aucun corps ne se trouvant entre eux pour servir d'isolateur.

J'ai inventé le *système des phénomènes de la lumière*, système que l'on n'a point encore adopté; mais on l'adoptera sûrement. Il surmontera un jour les obstacles que lui opposent les prédilections, et les difficultés de calcul

qui sont encore à surmonter. Si, au reste, il s'écoule d'ici là encore vingt-huit ans comme pour mon système chimique des phénomènes électriques, je n'aurai pas la satisfaction d'en être le témoin : il n'est donné qu'à peu de mortels d'atteindre l'âge de quatre-vingt-dix ans.

J'ai l'honneur d'être, etc.

Pétersbourg, ce $\frac{1}{12}$ juin 1829.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 6 *juillet* 1829.

Pièces manuscrites reçues dans la séance. Mémoire sur la hauteur des marées, par M. Simonnin; Note sur l'emploi de l'eau acidulée pour enlever la teinte noire des bâtimens, par M. Chevalier; Paquet cacheté de M. Rigal, contenant les dessins d'un appareil propre à la destruction des calculs vésicaux; divers Mémoires des membres de l'expédition scientifique du Péloponèse, adressés par le Ministre de l'Intérieur; Considérations sur l'établissement d'une correspondance météorologique, par M. D'Hombres-Firmas; Mémoire de M. Grimaud, sur un moyen de guérir la rage, le tétanos, etc.

L'Académie a entendu ensuite deux Mémoires de M. Sérullas; l'un, qui fait partie de ce Cahier, est relatif à un nouveau chlorure double de phosphore et de soufre; l'autre traite de l'iodure et du chlorure d'azote; un Mémoire sur la famille des rubiacées, par M. Richard; et enfin, un Mémoire de M. Baudelocque

neveu, intitulé : *De la Céphalotriptie*, ou nouveau procédé pour pratiquer l'embryotomie, avec une observation suivie de succès.

Séance du lundi 13 juillet.

Pièces manuscrites. Dépôt cacheté de M. Le Gallois; Dépôt cacheté de M. Dauger ; Essai sur le calcul duodécimal, par M. Gauthier ; une Lettre du Dr Larroque, qui conteste l'exactitude d'une observation citée par M. Gannal dans son Mémoire sur les moyens de guérir la phthisie pulmonaire à l'aide du chlore ; Mémoire sur le bégayement, par M. Malbouche.

Les Mémoires lus dans la séance sont : des Recherches de M. Donné sur les influences que les phénomènes météorologiques exercent sur les piles sèches ; un Mémoire dans lequel le Dr Antomarchi conteste l'exactitude des observations de M. Lippi, sur les communications des vaisseaux lymphatiques; et enfin un rapport favorable de M. Cauchy sur un Mémoire de M. Ostrogradsky, concernant la propagation des ondes dans un bassin cylindrique.

Séance du lundi 20 juillet.

Pièces manuscrites. Mémoire de MM. Audouin et Milne Edwards sur les Annélides, accompagné d'un travail particulier sur les poils de ces animaux ; Extrait d'une lettre de M. Berzelius à M. Dulong, sur la découverte d'une nouvelle terre, la Thorine.

Rapports et Mémoires lus. Rapports de M. Blainville sur un Mémoire de M. le Dr Louis Companyo, relatif au

cétacé échoué sur les côtes du département des Pyrénées orientales, le 27 décembre 1828. (L'auteur du Mémoire ne croit pas que l'animal appartînt à une espèce nouvelle : M. Blainville partage cette opinion); Mémoire de M. Portal sur les communications des vaisseaux lymphatiques, dans lequel l'auteur se prononce en faveur de la thèse de M. Lippi ; Mémoire de M. Flourens sur la régénération des os ; Résultat de l'enlèvement complet d'un anneau d'écorce, par M. Du Petit-Thouars ; Note sur la conversion des substances organiques végétales en acide oxalique par l'action de la potasse caustique, par M. Gay-Lussac ; Rapport de M. Cauchy sur un Mémoire de M. Russel d'Inval, concernant l'emploi des baguettes arithmétiques dans la division. (La nouvelle méthode est ingénieuse, mais elle ne paraît avoir avoir aucun avantage marqué sur l'ancienne.)

Séance du lundi 27 juillet.

Pièces manuscrites. Description d'un instrument propre à remplacer les échelles de proportion, par M. Chauvin; Description et modèle d'une nouvelle lampe statique, par MM. Chapuy et Marsaux ; Nouvelles observations sur les mouvemens des radicules de quelques plantes qui ont germé sur le mercure, par M. Jules Pinot ; Recette d'une encre indélébile préparée sous forme solide, par M. Dizé (paquet cacheté) ; Observations sur le développement des crustacés, et sur les changemens de forme que présentent ces animaux avant de parvenir à l'âge adulte, par M. Milne-Edwards ; Mémoire de M. Sturm sur l'intégration d'un certain système d'équations diffé-

rentielles linéaires ; Mémoire de M. Cauchy sur l'équation, à l'aide de laquelle on détermine les inégalités séculaires des mouvemens célestes ; Réclamation du Dr Alex. Paillard, au sujet de l'emploi que M. Lugol a fait des sels d'iode dans le traitement des maladies scrofuleuses.

Rapports et Mémoires lus. Rapport verbal de M. Damoiseau, sur les nouveaux élémens d'astronomie de M. Vincens ; Rapport verbal de M. Flourens, sur les élémens de pathologie vétérinaire de M. le professeur Vatel ; Rapport verbal de M. Cauchy, sur un ouvrage allemand du Dr Mellin, ayant pour titre : *Découverte dans le calcul intégral ;* Note de M. Becquerel (qu'on trouvera ci-après) ; et enfin, Mémoire de M. Rigal sur une sonde propre à favoriser l'introduction des instrumens employés pour la lithotritie.

Séance du lundi 3 août.

Pièces manuscrites. Relation détaillée d'une nouvelle guérison de phthisie pulmonaire à l'aide du chlore, par le Dr Cottereau ; Observations sur la question de la communication des vaisseaux lymphatiques avec les veines, par M. Lauth ; Expériences sur la manière de guérir le hoquet, par M. Vanier ; Essai sur un nouveau phénomène électro-dynamique, par M. de Briche ; Observations sur les expériences de M. Flourens relatives à la respiration, par M. Desportes ; Questions géographiques, par M. Duvallier.

Rapports et Mémoires lus. Rapport de M. Becquerel sur le Mémoire de M. Donné, concernant l'influence que les phénomènes météorologiques exercent sur les

piles sèches (*voyez* plus bas); Rapport de M. Duméril sur les lois de la mortalité chez les riches et chez les pauvres établies par M. Benoiston de Châteauneuf; Rapport de M. Duméril sur une phthisie traitée avec succès par le chlore à l'aide de l'appareil du Dr Cottereau. (Le jeune homme, nommé Pian, âgé de vingt-six ans, a été vu par les commissaires depuis le traitement; ils l'avaient examiné auparavant, et leur semblait présenter tous les symptômes de la phthisie pulmonaire; il paraît parfaitement guéri maintenant); Mémoire sur la réaction de torsion des verges rigides, par M. Savart. (Ce Mémoire a déjà paru dans les *Annales*.) Mémoire de M. Becquerel sur le pouvoir thermo-électrique. (*Voyez* le précédent Cahier.) Observation sur un gîte d'ossemens fossiles dans un terrain de *calcaire grossier*, situé sur la route de Nanterre, par M. Cordier.

Séance du lundi 10 *août.*

Pièces manuscrites. Lettre sur la torsion des artères, par le Dr Thierry; Lettre de M. Vannier concernant la nature de la rage; Lettre de M. Pamard, d'Avignon, sur quelques perfectionnemens dont les instrumens de la lithotritie sont susceptibles.

Rapports et Mémoires. Rapport de M. Cassini sur une très-belle collection de plantes artificielles, formée par feu M. Robillard d'Argentelle; Mémoire de M. Le Bœuf sur le mouvement diurne de la terre.

Séance du lundi 17 *août.*

Pièces manuscrites. Nouvelle lettre de M. Tournal sur les cavernes à ossemens fossiles; Observations météo-

rologiques faites à Berne, par M. Trechsel ; Lettre de M. Duleau, dans laquelle, à l'occasion du dernier Mémoire de M. Savart, il rappelle quelques expériences analogues qu'il a faites ; Lettre de M. Nel, d'Avignon, contenant l'annonce de nouveaux perfectionnemens des instrumens lithontripteurs ; Lettre de M. Dubled concernant la communication directe des vaisseaux lymphatiques avec les veines ; Usage du calcul des résidus pour l'évaluation et la transformation des produits composés d'un nombre infini de facteurs, par M. Cauchy.

Rapports et Mémoires lus. Rapport très-détaillé de M. de Rossel sur la dernière campagne de l'Astrolabe, commandée par M. d'Urville ; Rapport de M. Duméril, sur les essais faits par M. Lugol pour guérir les maladies scrofuleuses à l'aide de l'iode. (Les cas de réussite sont aussi nombreux que bien constatés.) Rapport de M. Cauchy sur un ouvrage de M. Gomès, intitulé : *Nouvelle Arithmétique ;* Expériences faites sur les alcalis végétaux, et les désordres qu'ils occasionent dans l'économie animale, par M. Donné.

Supplément à l'analyse de la séance du 27 juillet.

Rapport de M. Becquerel *sur un Mémoire de M.* Donné, *concernant l'influence que les phénomènes atmosphériques exercent sur la force des piles sèches.*

Peu de temps après la découverte des appareils voltaïques, plusieurs physiciens essayèrent, mais en vain, d'en construire avec des élémens solides et indécompo-

sables. MM. Hachette et Désormes présentèrent à la première classe de l'Institut, en 1803, un Mémoire dans lequel ils firent connaître une pile formée avec des couples métalliques, séparées par une simple couche de colle de farine mêlée de sel marin. L'humidité répandue dans l'air, attirée par cette colle, suffit pour établir le mouvement du fluide électrique dans l'intérieur. Les propriétés de cette espèce de pile sont de ne pas agir sur les animaux, de ne produire aucune action chimique, de charger un condensateur au point de donner des étincelles, et de fonctionner pendant plusieurs mois. On donne à cet appareil le nom de *pile sèche*.

M. Zamboni imagina une pile sèche, dont l'effet est de plus longue durée que la précédente; elle est composée de 5 ou 600 disques de papier étamé sur une de ses faces, et recouvert sur l'autre d'une couche de peroxide de manganèse pulvérisé, légèrement humectée de lait ou de tout autre liquide analogue. Ce physicien a modifié cet appareil de bien des manières; mais il n'en est résulté jusqu'à présent aucun avantage réel pour la science, peut-être à cause des variations continuelles qui surviennent dans sa charge. Le Mémoire que M. Donné a lu à l'Académie, le 14 juillet dernier, et que MM. Gay-Lussac, Dulong et moi avons été chargés d'examiner, a pour but de faire connaître les causes de ces variations que l'auteur attribue à l'influence des phénomènes météorologiques. Il a étudié successivement l'action particulière de l'humidité, de la pesanteur atmosphérique, de la température, de l'électricité et de la lumière sur les piles sèches.

L'humidité agit sur les piles comme corps conduc-

teur, soit en enlevant une partie de l'électricité, soit en faisant communiquer les disques par leurs bords, et diminuant par là la tension des pôles.

M. Donné n'a remarqué aucun rapport entre les variations de tension et les hauteurs barométriques. Il a reconnu qu'une pile sèche, placée dans le vide, et dont l'un des pôles communique avec la terre et l'autre avec un électromètre, possède la même tension que dans l'air.

Cet effet peut tenir à deux causes : à la faible tension de l'électricité qui alors est maintenue sur l'électromètre par la pression de la petite quantité d'air restée sous la cloche, et à ce que la charge de la pile s'effectue plus rapidement que la déperdition dans le vide.

La température lui a paru la cause qui agit de la manière la plus immédiate et la plus variée; aussi son action est-elle très-compliquée. La tension d'une pile sèche est presque toujours en rapport avec la température de l'atmosphère. Elle augmente par la chaleur et diminue par le froid. C'est ce qui résulte d'observations nombreuses recueillies journellement depuis deux ans par l'auteur; mais l'augmentation de tension n'a pas lieu aussitôt que la température extérieure s'élève; quelquefois on ne l'aperçoit que lorsque le thermomètre commence à baisser. La chaleur ne manifeste donc pas son action sur-le-champ.

Il résulte encore des observations de M. Donné, que tel degré du thermomètre n'indique pas toujours le même degré de tension d'une pile, lequel dépend de la température qui a régné précédemment. On remarque un phénomène absolument analogue, quand on compare les effets produits par des variations brusques de tem-

pérature et des variations graduelles et lentes. Les unes peuvent réduire la tension à zéro, tandis que les autres ne lui font perdre que quelques degrés de son intensité.

Une chaleur graduée pendant quelques heures au delà de 20 à 24 degrés n'augmente pas sensiblement la tension. Quand on laisse refroidir la pile lentement, elle perd de sa force jusqu'à ce qu'elle ait repris la température des corps environnans ; au bout de vingt-quatre heures, elle est revenue au même point qu'avant l'expérience. Il paraît que la chaleur, outre son influence sur les actions chimiques qui ont lieu continuellement dans la pile, agit mécaniquement par la dilatation et la contraction pour modifier la tension de l'électricité. Quand on élève la température d'une pile, la chaleur ne dilate pas également dans les premiers momens la pile et les fils de soie qui la maintiennent. Il s'ensuit que les disques sont plus fortement serrés les uns contre les autres, ce qui doit augmenter l'énergie de la charge. Le refroidissement produit un effet inverse. Il paraît que la température agit moins en diminuant la quantité d'électricité qu'en ralentissant la rapidité de la charge.

M. Donné a étudié ensuite l'action de l'électricité sur les piles sèches ; il a posé en principe, d'abord, qu'une pile étant isolée, la tension est nulle aux deux extrémités, parce que les deux extrémités se font équilibre. Ce principe est en contradiction avec les faits connus. La pile de Volta, lorsqu'elle est isolée, possède, au pôle zinc, un excès d'électricité positive, et au pôle cuivre, un excès d'électricité négative. A partir de ces deux points, les quantités d'électricité libre vont en décroissant jusqu'au milieu, qui se trouve dans l'état

neutre. M. Donné motive son opinion sur ce que deux feuilles d'or, fixées à l'une des extrémités d'une pile sèche, n'éprouvent aucun écartement par un temps très-sec. On peut répondre à cela que, dans cette circonstance, la quantité d'électricité étant très-faible, et se répandant sur les corps conducteurs adhérant aux pôles, la tension doit être peu sensible. Vos commissaires engagent M. Donné à répéter de nouveau cette expérience, et à la varier suffisamment pour déterminer la cause qui annulle complètement la divergence des feuilles d'or, comme il l'a avancé dans son Mémoire.

La pile sèche étant isolée, si, au moyen de la machine électrique, on fait arriver de l'électricité positive au pôle négatif, la tension augmente considérablement au pôle positif ; tandis que, si c'est au pôle positif que l'on fait arriver de l'électricité positive, la tension ne tarde pas à être réduite à zéro au pôle négatif. Cet effet est tout naturel, car, dans ce cas, la pile agit comme corps conducteur, qui transmet l'électricité de la machine. M. Donné a voulu se servir de cette action de l'électricité libre sur une pile pour connaître l'électricité de l'atmosphère, ou celle d'une espèce contraire qui se trouve sur une partie de la surface du globe, soumise à l'influence d'un nuage orageux. Il faut remarquer que les piles étant placées ordinairement dans une position verticale, la partie inférieure en communication avec le globe, ce n'est que par cette dernière qu'elles peuvent recevoir de l'électricité. Si la terre en fournit, leur tension doit être modifiée. M. Donné a donc cherché s'il y avait possibilité d'en recueillir. Un électromètre très-sensible, convenablement disposé, et

en communication avec le globe, lui a donné des signes non équivoques d'électricité.

C'est une idée ingénieuse que d'attribuer une partie des variations des piles sèches à l'électricité que prend à la terre un de leur pôle en communication avec elle. Mais cette idée a besoin d'être mûrie et appuyée de nombreuses expériences pour être définitivement admise en physique. Si elle se vérifie, ce serait un moyen de connaître la manifestation de certains phénomènes météorologiques.

M. Donné a reconnu enfin que la lumière était sans action sur les piles sèches, et qu'il était impossible de produire des effets chimiques, même avec un chapelet de cinquante piles, de mille disques chacune.

Les recherches de M. Donné intéressent la physique générale, et peuvent fournir de nouveaux élémens à la théorie de l'électricité. Vos commissaires vous proposent de l'engager à les continuer, en y mettant cette précision qui est si nécessaire dans l'étude des sciences physiques pour la détermination exacte des phénomènes, surtout dans une question aussi compliquée que celle qu'il a entrepris de résoudre.

Note *sur la Décomposition du sulfure de soufre à l'aide de l'électricité.*

Par M. Becquerel.

On met dans un tube du carbure de soufre; au-dessus une dissolution de nitrate de cuivre qui a une pesanteur spécifique moindre; puis une lame de cuivre qui plonge

dans l'un et l'autre liquide : cet assemblage forme une pile.

Le carbure de soufre est décomposé, ainsi qu'une partie du nitrate ; il y a formation d'une grande quantité de cristaux de protoxide de cuivre sur la lame de cuivre, et dépôt de carbone sur les parois du tube, en lames très-minces ayant un aspect métallique.

Sur *l'Action mutuelle de l'acide sulfurique et de l'alcool, et sur le mode de formation de l'éther.*

Par Mr H. Hennell.

(Lu à la Société royale, le 19 juin 1828.)

Dans un Mémoire imprimé dans les *Transactions philosophiques* de 1826, j'ai fait connaître le résultat de mes recherches sur la nature de l'huile douce du vin et de l'acide sulfovinique, produits constans de l'éthérification. Je me propose maintenant de développer les changemens particuliers qui ont lieu pendant la formation de l'éther au moyen de l'acide sulfurique et de l'alcool. Je vois, par les *Annales de Chimie*, que MM. Dumas et Boullay se sont occupés du même objet, et qu'ils ont fait des recherches, non-seulement sur la formation de l'éther, mais encore sur la nature des sulfovinates, et aussi, comme ils l'ont supposé, mais improprement, sur celle de l'huile douce du vin (1).

---

(1) La substance que ces chimistes ont examinée paraît, d'après la préparation qu'ils ont décrite, avoir été l'hydrure de

On a déjà pu voir, par les relations qui ont été publiées, combien nos résultats sur les sulfovinates et l'huile douce du vin sont différens ; et je vais montrer qu'il n'y a pas une différence moins grande entre eux et moi, concernant l'éthérification.

Lorsqu'on met ensemble parties égales d'acide sulfurique et d'alcool, sans l'application d'autre chaleur que celle qui résulte du mélange, le produit le plus abondant et le plus important est l'acide sulfovinique, environ la moitié de l'acide sulfurique étant convertie en cet acide particulier par sa combinaison avec l'hydrure de carbone (1). Mais lorsqu'un tel mélange, contenant une aussi grande proportion d'acide sulfovinique, est soumis à la distillation, le produit le plus important est une nouvelle substance, l'éther, et l'acide sulfovinique disparaît. La question qu'il s'agit maintenant de résoudre est de savoir si l'éther a été entièrement formé par l'action directe de l'alcool et de l'acide sulfurique restant dans le mélange, ou si l'acide sulfovinique n'a pas pu y contribuer aussi, ou enfin, si cet acide n'est point un état essentiel des élémens, intermédiaire entre le mélange de l'acide et de l'alcool, et le développement parfait de l'éther. MM. Dumas et Boullay, qui ont considéré quelques-unes de ces questions, admettent que les portions des élémens qui forment l'éther sont entièrement

---

carbone, qu'on peut séparer de l'huile douce du vin par les alcalis, et non la substance particulière que jusqu'à présent l'on a appelée *huile douce du vin*.

(1) L'acide sulfurique perd, par cette union, la moitié de sa capacité de saturation, et tous les sels formés par le nouvel acide sont solubles.

indépendantes de celles qui produisent l'acide sulfovinique ; mais les faits suivans conduiront, à mon avis, à une conclusion contraire.

500 grains d'un acide sulfurique réservé pour des expériences comparatives, précipités par l'acétate de plomb, ont produit 1500 grains de sulfate de plomb.

500 grains de cet acide sulfurique ont été mêlés avec une égale quantité d'alcool d'une densité 0,820, et, après quarante-huit heures de repos, on a délayé le mélange et on l'a précipité par l'acétate de plomb. On n'a obtenu que 616 grains de sulfate de plomb ; de sorte qu'environ les trois cinquièmes de l'acide sulfurique s'étaient changés en acide sulfovinique par le seul effet du mélange, et il n'était resté qu'un peu plus des deux cinquièmes pour agir comme acide sulfurique sur l'alcool restant, faisant environ les deux tiers de celui qui avait été employé.

Un autre mélange d'acide sulfurique et d'alcool, semblable au précédent et conservé le même temps, a été distillé jusqu'à ce qu'on eût recueilli 117 grains consistant en eau, en alcool et en une portion d'éther. Le résidu délayé a produit 804 grains de sulfate de plomb ; et par conséquent il y avait, sur l'expérience précédente, une augmentation de 188 grains d'acide sulfurique.

Un troisième mélange a été distillé jusqu'à ce qu'on eût obtenu environ 200 grains, pour la plus grande partie d'éther. Le résidu a produit 986 grains de sulfate de plomb, contenant environ les deux tiers de l'acide sulfurique employé, et l'augmentation par la distillation a dépassé de beaucoup la moitié de celui qui existait avant l'application de la chaleur ; de sorte que pendant

la distillation, et simultanément avec la formation de l'éther, une certaine quantité d'acide sulfovinique s'était changée en acide sulfurique, et ce dernier a paru augmenter dans le même rapport que la quantité d'éther dans les produits de la distillation.

Un quatrième mélange, duquel on avait retiré 200 grains par la distillation, a été étendu de 200 grains d'eau. Après en avoir retiré 160 grains, on a fait une nouvelle addition de 200 grains d'eau, et on a continué la distillation. On a encore fait une nouvelle addition de 500 grains d'eau, et on a continué la distillation jusqu'à ce qu'on eût retiré un produit d'un volume égal à celui de l'eau ajoutée. Par ces diverses opérations, on avait pour objet de séparer tout l'éther et l'alcool autant que possible, afin de déterminer jusqu'à quel point on pouvait porter la transformation de l'acide sulfovinique en acide sulfurique. On n'a aperçu aucune odeur sulfureuse pendant l'opération, ni aucune carbonisation dans la retorte; le liquide précipité par l'acétate de plomb, a produit 1480 grains de sulfate de plomb. Ce résultat, de bien peu inférieur à celui de 1500 qu'on avait obtenu avant l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool, fait voir que à peu près la totalité de l'acide sulfovinique a repassé à l'état d'acide sulfurique; il est ainsi complètement en opposition avec l'opinion, que, lorsque l'acide sulfurique et l'alcool agissent l'un sur l'autre, il se forme de l'acide hyposulfurique.

D'après ces expériences, il paraissait probable que l'éther était le produit de la décomposition de l'acide sulfovinique; mais un mélange à poids égaux d'acide sulfurique et d'alcool contient, outre l'acide sulfo-

vinique, une quantité considérable d'acide sulfurique et d'alcool, qui n'ont point éprouvé d'altération; car, dans le premier mélange d'acide sulfurique et d'alcool, trois cinquièmes de l'acide sulfurique ont été convertis en acide sulfovinique, en se combinant avec l'hydrure de carbone de moins d'un tiers de l'alcool employé.

Voulant maintenant m'assurer si on pouvait obtenir de l'éther sans la présence de l'alcool, j'ai préparé du sulfovinate de potasse, contenant, d'après mon analyse, 28,84 pour cent de potasse, et à 500 grains de ce sel j'en ai ajouté 150 d'acide sulfurique, pouvant à peu près saturer la potasse du sel; puis j'ai appliqué la chaleur au mélange. L'expérience peut par conséquent être considérée comme la distillation de l'acide sulfovinique, mêlé avec du sulfate de potasse, que l'on peut présumer rester inerte pendant le procédé, et aussi avec l'eau de l'acide et du sel. La proportion de l'eau a une très-grande influence; dans l'expérience présente, environ une drachme de liquide a passé à la distillation, et il est resté dans la retorte un sel noir et acide, ayant l'odeur de l'acide sulfureux. Quelques grains de carbonate de potasse, ajoutés au produit distillé, ont enlevé un peu d'eau; la liqueur claire, décantée et mêlée avec un peu de chlorure de calcium sec, s'est séparée par l'agitation en deux portions; la supérieure, d'environ une demi-drachme, a été reconnue pour de l'éther pur. Ce résultat prouve qu'on peut former de l'éther avec un sulfovinate ou l'acide sulfovinique sans le concours de l'alcool.

J'ai fait une autre expérience en tout semblable à la précédente, excepté que le sulfovinate a été mêlé avec son poids d'eau, avant l'addition de l'acide sulfurique;

ce qui revient à distiller l'acide sulfovinique dilué, au lieu de ce même acide concentré. Le produit de la distillation n'avait aucune odeur d'éther, et en effet on n'a pu y découvrir aucune trace de ce liquide. J'ai obtenu environ neuf drachmes d'un fluide d'où le carbonate de potasse a séparé de l'eau en laissant trois drachmes d'un liquide surnageant, paraissant être de l'alcool par sa saveur, son odeur et sa flamme. Après l'avoir décanté, le chlorure de calcium qu'on y a mis n'en a point séparé d'éther, mais le tout a formé une dissolution qui a donné par la distillation de véritable alcool; et ce produit, étant mêlé avec son poids d'acide sulfurique, a fourni de nouveau de l'éther sulfurique ou de l'acide sulfovinique.

Dans cette expérience, il n'y a eu aucune carbonisation dans ce qui était contenu dans la retorte; et, par la précipitation avec l'acétate de plomb, on a obtenu tout l'acide sulfurique; non-seulement la portion ajoutée pour décomposer le sel, mais encore la double portion séparée de l'acide sulfovinique au moment de la séparation et du nouvel arrangement de l'hydrure de carbone.

Dans mon premier Mémoire, j'avais montré que, en chauffant avec de l'eau l'huile douce du vin, elle se changeait en hydrure de carbone et en acide sulfovinique : j'ai fait une nouvelle expérience sur cette huile. 200 grains ont été mis avec un peu d'eau dans une retorte et distillés; on a obtenu environ une drachme de liquide qui, après sa distillation sur du carbonate de potasse, a paru principalement composé d'alcool; cependant la présence de l'éther y était très-évidente. Cette

expérience prouve que l'on peut former de l'éther avec l'acide sulfovinique, sans le concours de l'acide sulfurique, au commencement de la distillation.

Quant aux questions posées au commencement de ce Mémoire, il me paraît résulter des faits que j'ai rapportés que, dans le procédé ordinaire de la préparation de l'éther, ce liquide n'est pas entièrement formé par l'action directe de l'alcool et de l'acide sulfurique, considérée indépendamment de la présence de l'acide sulfovinique; car la quantité d'acide sulfurique libre est petite, comparée à celle de l'alcool présent dans le mélange, deux cinquièmes d'acide restant seulement, tandis qu'il reste plus des deux tiers de l'alcool; de plus, l'acide sulfovinique seul est promptement converti en éther et en acide sulfurique; et, pendant que l'éther distille dans le procédé ordinaire, l'acide sulfovinique est toujours reconverti plus ou moins complètement en acide sulfurique, et aide probablement beaucoup dans la formation de l'éther. Relativement à la troisième question, on peut soutenir l'opinion que la formation de l'acide sulfovinique est un degré intermédiaire et nécessaire dans la formation de l'éther par l'acide sulfurique et l'alcool; je ferai quelques remarques à cet égard.

De quelque manière qu'on envisage la formation de l'éther avec l'alcool et l'acide sulfurique, elle ne peut avoir lieu sans la présence de l'acide sulfovinique. Toutes les fois que de l'éther a été formé, on a vu qu'il s'était aussi formé de l'acide sulfovinique; toutes les fois que l'acide sulfurique est assez délayé pour ne point former d'acide sulfovinique avec l'alcool, il ne se forme pas

non plus d'éther. L'acide sulfovinique produit de l'éther sans le concours de l'alcool. Et quoique l'éther, formé par la distillation de poids égaux d'alcool et d'acide sulfurique, paraisse en plus grande quantité que n'en pourrait fournir la décomposition de l'acide sulfovinique existant dans le mélange, avant l'action de la chaleur, ce n'est pas sans fondement qu'on peut supposer que, en même temps qu'une portion d'acide sulfovinique est décomposée en acide sulfurique et en éther, une autre portion peut être formée avec l'alcool et l'acide sulfurique; on peut prouver en effet, par l'expérience suivante, qu'il se forme de l'acide sulfovinique, au moyen de la chaleur, dans un mélange d'alcool et d'acide sulfurique. 500 grains d'acide sulfurique concentré ont été étendus d'un poids égal d'eau, et au mélange refroidi on a ajouté 2000 grains d'alcool, densité 0,820. Le jour suivant, il ne s'était pas formé d'acide sulfovinique; le mélange a été alors distillé, jusqu'à ce qu'on eût obtenu un produit à peu près du poids de l'alcool employé, et l'on a trouvé de l'acide sulfovinique dans le résidu; car du carbonate de plomb a été dissous en quantité considérable; il s'est donc formé de l'acide sulfovinique par l'application de la chaleur, là où auparavant il n'en existait pas. Ce résultat paraît aussi opposé à l'opinion que, dans la formation de l'éther, l'acide sulfurique agit simplement en soustrayant de l'eau à l'alcool; car l'acide délayé a cédé ici une portion de son eau pendant la distillation, et a séparé de l'alcool une portion d'hydrure de carbone.

Il a été déjà demontré que la production de l'éther est matériellement influencée par la quantité d'eau dans le

mélange, et que le même acide sulfovinique donne de l'éther ou de l'alcool, suivant qu'il est concentré ou délayé. L'hydrure de carbone qui, ainsi que je l'ai montré dans mon premier Mémoire, a la faculté extraordinaire, dans l'huile du vin, de neutraliser toutes les propriétés acides de l'acide sulfurique, et, dans l'acide sulfovinique, d'en neutraliser la moitié, se trouve, dans ce dernier corps, dans un état si particulier qu'il peut, suivant les circonstances, ou se réunir à la portion d'eau nécessaire à la formation de l'éther, ou à celle plus grande qu'exige l'alcool.

D'après les expériences sur la production de l'alcool ou de l'éther par la distillation de l'acide sulfovinique plus ou moins délayé, il paraît que les élémens immédiats de cet acide peuvent se séparer et revenir facilement à leur état primitif d'acide sulfurique et d'alcool. L'expérience suivante a été faite dans l'intention d'éclaircir ce point. 500 grains d'acide et autant d'alcool ont été mêlés comme précédemment, et abandonnés à eux-mêmes plusieurs jours. Par les expériences déjà rapportées, on sait que plus de la moitié de l'acide sulfurique se change, dans cette circonstance, en acide sulfovinique, et que, par la distillation et la dilution à des périodes convenables, on eût obtenu de l'éther et de l'alcool, et à peu près la totalité de l'acide sulfurique. Mais, au lieu de procéder ainsi, on a ajouté au mélange 1000 grains d'eau, et on a distillé jusqu'à ce qu'on ait obtenu un produit de 1400 grains. Aucune carbonisation ni aucune décomposition de l'acide sulfurique n'a eu lieu; il n'y a point eu d'éther formé; mais on a retrouvé à peu près tout l'alcool et tout l'acide primitivement

employés. On peut se demander si la production de l'alcool et de l'éther, dans ces expériences ou autres semblables, est entièrement déterminée par la proportion de l'eau présente, ou si la différence de la température subséquente ne peut avoir un effet sur sa variation.

Si l'on chauffe un mélange d'éther et d'acide sulfurique, on obtient, parmi les produits, de l'huile du vin et de l'acide sulfovinique ; et comme ce dernier acide, lorsqu'il est délayé, est promptement converti en alcool et en acide sulfurique, il fournit un moyen de convertir l'éther en alcool : ainsi on peut former à volonté de l'éther avec l'alcool, et de l'alcool avec l'éther, en mettant l'hydrure de carbone de ces corps dans cet état particulier qu'il prend lorsqu'il est combiné avec l'acide sulfurique dans l'acide sulfovinique. On peut même aller plus loin, et former de l'alcool ou de l'éther en employant le gaz oléfiant pour l'hydrure de carbone ; car j'ai fait voir, dans mon dernier Mémoire, que le gaz oléfiant forme de l'acide sulfovinique en se combinant avec l'acide sulfurique ; et l'acide, ainsi produit, forme de l'éther ou de l'alcool, suivant des circonstances variables à volonté.

Il serait à peine nécessaire de s'arrêter à la remarque extraordinaire, à la fin du second Mémoire de MM. Dumas et Boullay, si ce n'était pour remarquer qu'elle est singulièrement en désaccord avec les faits et les opinions contenus dans la première partie de ce Mémoire, et dans le précédent des mêmes auteurs. Ceux qui ont lu ces deux Mémoires, et ceux de M. Faraday et de moi, qui ont été publiés long-temps avant le premier, pourront

décider, sans plus ample commentaire, à qui appartiennent les vues originales contenues dans ces Mémoires (1).

(*Transactions philosophiques*, 1828. Part. II.)

Sur *le Kermès*.

Par M. Gay-Lussac.

D'après les dernières recherches de M. Berzelius (2), et celles de M. H. Rose (3), le kermès n'est que du sulfure d'antimoine ordinaire, dont la couleur est due à son grand état de division.

N'étant pas entièrement satisfait des preuves alléguées à l'appui d'une telle composition, je me suis livré à quelques expériences qui m'ont conduit à me former du kermès une opinion différente de celle de MM. Berzelius et Rose, et qui se rapproche de l'opinion que la plupart des chimistes s'en étaient formée, particulièrement

---

(1) Nous regrettons de n'avoir pu faire connaître plus tôt cet important Mémoire; mais ce n'est que depuis peu que nous avons reçu le volume des *Transactions philosophiques*, où il est imprimé. Nous avons pensé qu'il serait encore lu avec intérêt, quoique les principaux résultats en soient connus, et même après le beau travail de M. Sérullas sur l'éthérification. *R.*

(2) *Annales de Chimie et de Physique*. XX. 225.

(3) *Idem*, t. XXIX, p. 246.

depuis les recherches de M. Robiquet (1). Ces expériences sont très-anciennes, et je me serais contenté de la publicité que je leur avais donnée dans mes leçons, si M. Henry fils, qui a publié en dernier lieu un travail intéressant sur le kermès (2), ne m'eût laissé quelques observations à ajouter. Je distinguerai les précipités formés par l'acide hydrosulfurique dans les dissolutions d'antimoine du kermès proprement dit, parce que la nature de ces divers composés est très-différente.

Le précipité rouge orangé, que l'on obtient en faisant passer un courant d'acide hydrosulfurique dans une dissolution d'émétique, est un protosulfure d'antimoine hydraté. En effet, l'acide hydrochlorique affaibli et le tartre ne lui enlèvent point d'oxide; et, quand il y a dissolution, elle est toujours accompagnée d'un dégagement d'acide hydrosulfurique.

Ce sulfure, desséché à 100°, retient de l'eau, mais en quantité insuffisante pour former un hydrosulfate; il en abandonne successivement jusqu'à environ 230° : à ce terme, il n'en retient plus, et devient noir; frotté sur le papier, il laisse des taches de la même couleur. Il me paraît analogue au peroxide de fer hydraté, qui ne perd aussi son eau que successivement en brunissant de plus en plus, à mesure que la température s'élève, et qui ne prend une couleur rouge qu'au moment où il a perdu toute son eau.

L'acide hydrosulfurique produit aussi dans la dissolution de perchlorure d'antimoine, un précipité rouge

---

(1) *Annales de Chimie*, t. LXXXI, p. 317.

(2) *Journal de Pharmacie*, t. XIV, p. 545.

orangé, mais qui diffère de celui que l'on obtient avec l'émétique ou le protochlorure; c'est un persulfure hydraté que la chaleur décompose en soufre qui se volatilise, et en protosulfure noir semblable au précédent. Il est à remarquer que le sulfure noir obtenu par la calcination du sulfure rouge orangé est moins fusible que le sulfure noir naturel; il résiste à la chaleur de la lampe alcoolique.

Le kermès, comme on le sait, varie, quant à sa couleur au moins, d'après le mode suivi pour sa préparation. C'est celui obtenu par le procédé de Cluzel (*Annales de Chimie*, t. LXIII, p. 122), sur lequel porteront mes observations.

La première, est qu'on se tromperait beaucoup si l'on pensait, parce que le kermès cède encore quelque chose à l'eau après de nombreux lavages, qu'on ne l'a pur que lorsqu'il ne lui cède plus rien; car, si l'on voulait laver, par exemple, le sous-acétate de cuivre, et une foule d'autres sels jusqu'au point où l'eau n'enlèverait plus rien, on les décomposerait complètement. Le kermès est dans le même cas; des lavages trop multipliés en changent la nature. Mais quel est donc le terme auquel on doit s'arrêter? Ce terme s'obtient facilement en employant le moins d'eau possible pour les lavages, et en ne les poussant que jusqu'au point où le résidu, en supposant que l'eau n'ait pas d'action chimique sur lui, ne contienne que un millième ou un dix-millième de matières étrangères.

Un kermès, ainsi lavé, se comporte de la manière suivante.

L'acide hydrochlorique affaibli, la crême de tartre et

l'acide tartrique lui enlèvent du protoxide d'antimoine sans dégagement d'acide hydrosulfurique.

Le kermès, desséché long-temps à 25°, et même à 100°, retient encore de l'eau. Chauffé à la lampe à esprit-de-vin, il devient noir, et donne de l'eau qui est, comme M. Robiquet l'a observé, légèrement ammoniacale. A une chaleur un peu plus élevée, il entre en fusion et se boursouffle par un peu de gaz sulfureux qui se dégage. En couche mince sur le verre, il lui donne une teinte d'un rouge foncé, et écrasé sur le papier, il le teint d'un rouge brun. Il est plus fusible que le sulfure noir obtenu par la calcination du sulfure orangé hydraté.

Si, sur le kermès privé d'humidité par la chaleur, on fait passer un courant d'hydrogène à la chaleur rouge obscur, on obtient beaucoup d'eau et d'acide hydrosulfurique, et l'antimoine est réduit; mais, ainsi qu'on l'a déjà observé, le résidu manifeste une réaction alcaline.

D'après ces diverses expériences, il est incontestable que le kermès renferme de l'oxide et du sulfure d'antimoine, et qu'on doit le considérer comme un oxisulsulfure. La quantité d'eau obtenue en le décomposant par l'hydrogène, est variable; mais on peut prendre pour type de sa composition 1 proportion de protoxide d'antimoine et 2 de protosulfure. J'ai, en effet, obtenu jusqu'à 0,9 de proportion de protoxide, et M. Henry a trouvé de son côté, par un autre procédé, une différence moindre.

Il est également incontestable que le kermès, précipité du sulfure alcalin qui le tenait en dissolution, est hydraté. Il perd successivement de l'eau à mesure que la

température s'élève, et paraît noir lorsqu'il en est dépouillé ; mais dans mes expériences je n'ai point trouvé de proportion définie.

Lorsque la potasse, la soude ou leurs carbonates agissent sur le sulfure noir d'antimoine, leur oxigène se porte sur l'antimoine, avec lequel il forme du protoxide, et le soufre de l'antimoine prend la place de l'oxigène de l'alcali : aussi n'obtient-on point de kermès en faisant bouillir avec du sulfure d'antimoine du sulfure de potassium saturé de soufre ; mais, au moyen des acides, il se fait dans la dissolution, un précipité jaune orangé, qui, soumis à la chaleur, donne du soufre et devient noir. Le soufre doré donne un résultat semblable.

Recherches *chimiques sur le pollen du* typha latifolia, Lin., *famille des typhacées.*

Par M. Henri Braconnot,
Correspondant de l'Institut.

Le typha latifolia, connu sous les noms vulgaires de *masse d'eau*, *massette*, *roseau des étangs*, fournit, à l'époque de la floraison, comme la plupart des plantes monoïques et dioïques, une si grande quantité de pollen, qu'on l'utilise quelquefois en le substituant à la poudre de lycopode pour les usages de la pharmacie et pour les feux de l'opéra. Ayant eu l'occasion de recueillir facilement de cette poussière séminale, j'ai cru devoir en examiner la nature intime, espérant que mes recherches pourraient peut-être éclairer quelques-uns des phé-

nomènes qui accompagnent le mystère incompréhensible de la fécondation des plantes.

Les chatons mâles du typha, bien fleuris et recueillis par un temps sec et chaud, ont été secoués sur un tamis de soie pour en séparer les androphores et les poches des anthères; on a obtenu une poussière impalpable, d'un beau jaune, qui a été renfermée dans un flacon bien sec et bien bouché. Examinée au microscope, elle m'a paru formée de petits grains ovales, arrondis et mamelonnés.

100 parties de ce pollen ont perdu par la dessiccation 48 parties d'humidité, ce qui est d'autant plus remarquable que cette poussière a une apparence si sèche qu'elle semble couler d'un vase à l'autre sans y adhérer.

Le pollen récent du typha ne rougit pas d'une manière bien sensible le tournesol; mais, conservé seulement deux ou trois jours dans le flacon bien bouché dont j'ai parlé, il a éprouvé une altération bien remarquable; il a perdu sa forme pulvérulente, s'est humecté et pelotonné tellement qu'on a eu de la difficulté à le sortir du vase; alors il a rougi d'une manière très-prononcée la couleur bleue du tournesol, et a répandu une odeur alcoolique très-sensible.

Dans cet état, il est assez probable qu'il a perdu sa faculté fécondante, à moins qu'un commencement de fermentation ne soit nécessaire pour faciliter sa fécondation; ce qu'il y a de certain, c'est que le pollen du camerops et du dattier la conserve pendant long-temps lorsqu'il a été préalablement bien desséché et à l'abri de l'humidité. Le pollen du dattier rapporté d'Egypte par M. Delille, et analysé par MM. Fourcroy et Vauquelin,

n'avait-il pas éprouvé une altération analogue à celle dont je viens de rendre compte ? En effet, ces illustres chimistes ont observé que ses eaux de lavage avaient une saveur et une odeur aigrelettes assez analogues à celle de la bière.

Le pollen du typha, desséché et projeté dans la flamme d'une bougie, brûle à la manière de la poudre de lycopode, mais moins vivement. Il brûle aussi avec beaucoup de flamme sur une lame de platine rougie au feu, et laisse pour résidu une petite quantité de matière fondue alcaline. Soumis à la distillation, il donne un produit acide comme les matières médiocrement azotées.

Le pollen du typha, broyé avec la teinture d'iode, change à peine de couleur, ou ne prend qu'une teinte d'un vert sale; la nuance n'est pas plus intense en délayant préalablement cette poussière avec de l'acide sulfurique concentré, avant d'y ajouter la teinture d'iode; mais si, au lieu de la délayer avec cet acide concentré, on broie le mélange dans un mortier d'agate pour écraser et dissoudre les grains de pollen, alors la teinture d'iode y développe une belle couleur bleue; d'où il résulte que l'enveloppe spermatique de chaque grain de pollen est tapissée intérieurement par de l'amidon, ce qui est d'autant plus remarquable que les grains de ce dernier, tels que le microscope les a fait connaître, ne semblent guère plus petits que ceux du pollen du typha.

Ce pollen récent, ayant été mis en digestion avec de l'eau tiède afin d'en extraire les principes solubles, j'ai examiné le mélange au bout de quelques heures; il était en pleine fermentation alcoolique : abandonné pendant

huit jours à la température de 25°, il a contracté une saveur très-aigre et une odeur de levain. La liqueur filtrée n'était que faiblement troublée par l'infusion de galle. Elle a donné, à la distillation, du vinaigre, et il est resté un résidu, lequel, desséché, était d'un goût aigre et paraissait contenir un acide fixe. Je l'ai mis en digestion avec de l'alcool, qui en a dissous une partie en laissant une matière gommeuse peu azotée. Celle-ci, redissoute dans l'eau, a laissé précipiter du phosphate de chaux par l'addition du muriate de cette base.

Quant à la portion soluble dans l'alcool, j'y ai reconnu la présence d'une matière peu azotée, du malate et de l'acétate de potasse, et d'un acide libre que je n'ai point déterminé, qui retenait un peu d'ammoniaque.

Examen de la partie du pollen du typha, soluble dans l'eau.

12 grammes de pollen récent ont été mis en digestion avec de l'eau, à une température de 40 à 45°; il en est résulté une liqueur jaunâtre qui n'était point troublée par l'ébullition, et n'a produit aucune réaction sur le papier teint par le tournesol. Le pollen ayant ensuite été épuisé par l'eau bouillante, ces nouvelles liqueurs n'ont donné aucun indice de la présence de l'amidon. Réunies à la première et évaporées avec toutes les précautions convenables, elles ont laissé 2,45 grammes d'un résidu un peu mou, d'un brun-jaunâtre et d'une saveur douce et sucrée, mêlée d'une légère astriction. Cet extrait, redissous dans l'eau, a produit avec l'acétate de plomb un précipité blanc, lequel, décomposé par le gaz hydrosulfurique, a donné de l'acide malique, de

l'acide phosphorique et une matière gommeuse qui a été séparée par l'alcool. Cette gomme paraissait contenir une petite quantité d'un principe azoté ; car elle était légèrement troublée par l'infusion de galle. Chauffée dans un tube de verre où l'on avait introduit une bandelette de papier rougi par le tournesol, celui-ci a pris d'abord une légère teinte bleuâtre ; mais bientôt la couleur primitive a reparu plus avivée. La liqueur, séparée du dépôt et privée par le gaz hydrosulfurique de l'excès de plomb qu'elle retenait, a laissé après son évaporation un résidu sirupeux contenant du sucre, uni très-intimement à de la gomme et à une matière médiocrement azotée, qui était précipitée par l'infusion de galle. J'ai fait chauffer ce résidu avec de l'alcool concentré ; une petite portion s'est dissoute dans l'alcool, tandis que l'autre, qui avait conservé sa consistance sirupeuse, est restée insoluble. Celle-ci était presque aussi sucrée qu'auparavant. Lavée à plusieurs reprises avec de l'alcool faible, elle a pris peu à peu de la consistance en perdant la matière sucrée qu'elle retenait.

Desséchée et redissoute dans l'eau, elle a laissé déposer une matière floconneuse brune, qui a donné à la distillation un produit légèrement ammoniacal, rappelant au bleu le papier rougi par le tournesol. Son charbon, difficile à incinérer, a laissé une cendre qui n'était que de la silice. La liqueur, séparée de cette matière azotée, a fourni par l'évaporation une gomme dont la distillation était à peine troublée par un peu d'infusion de galle, et qui redevenait limpide par un léger excès de ce réactif. Elle était d'ailleurs précipitée par l'alcool, le sous-acétate de plomb et l'acétate de fer peroxidé ; mais l'acétate de

plomb, le sulfate de fer peroxidé et la teinture d'iode n'ont produit aucun changement remarquable.

Cette matière gommeuse, traitée par l'acide nitrique, a donné un peu d'acide oxalique, mais pas sensiblement d'acide mucique. J'ai fait de vains efforts pour obtenir à l'état de pureté la matière sucrée restée en dissolution dans l'alcool; elle retenait toujours obstinément une matière azotée, que je présume être analogue à celle obtenue à l'état de flocons bruns, et qui pouvait devoir sa solubilité accidentelle, dans l'eau et dans l'alcool, à sa combinaison avec le principe sucré. Au surplus, cette matière azotée était précipitée par l'infusion de galle; mais un excès du précipitant redissolvait le précipité, qui disparaissait aussi par l'affusion de l'alcool.

Action de l'éther sur le pollen du typha.

5 grammes de pollen du typha ont été mis en macération, à une douce chaleur, avec de l'éther sulfurique. Il en est résulté une teinture jaune; mais le pollen paraissait n'avoir rien perdu de sa couleur. La liqueur éthérée, évaporée spontanément, a laissé une matière grasse, laquelle a fourni à l'eau une petite quantité d'un principe colorant d'un beau jaune, insoluble dans l'alcool, et que l'acétate de plomb précipitait en flocons jaunes. L'infusion de galle y formait aussi un précipité. Exposé au feu, il brûlait avec boursoufflement sans laisser de résidu appréciable. Peut-on le considérer comme le principe colorant jaune, pur et bien isolé du pollen? Je n'oserais l'assurer. La matière grasse, séparée de ce principe colorant, avait la consistance du suif, et s'est comporté exactement comme lui: en effet,

elle a montré peu de disposition à se dissoudre dans l'alcool et dans les dissolutions alcalines bouillantes ; mais il s'est formé du savon par l'action prolongée de ces derniers. Comprimée fortement dans du papier gris, elle y a produit des taches huileuses, et a pris plus de consistance. Cette substance est donc formée, comme le suif, de stéarine et d'oléine. Je ne puis déterminer ici sa proportion, parce que j'en ai perdu ; mais l'action de l'acide nitrique sur le pollen va nous l'indiquer.

Action de l'acide nitrique sur le pollen du typha.

5 grammes de cette poussière ont été exposés à une douce chaleur avec 30 grammes d'acide nitrique à 45°, et aussitôt que la dissolution a paru complète, on l'a laissée refroidir pour séparer la graisse qui était figée à sa surface. Celle-ci, recueillie avec soin, lavée et privée d'humidité, était blanche et pesait 0,18 grammes ; mais on conçoit que l'acide nitrique lui avait fait subir un premier degré d'acidification ; aussi était-elle soluble avec la plus grande facilité dans les alcalis et dans l'alcool chaud qui la laissait cristalliser en se refroidissant. La dissolution nitrique du pollen, séparée de cette matière grasse, a donné à la distillation d'abondantes vapeurs d'acide nitreux. On a achevé l'évaporation dans une capsule à une douce chaleur, afin d'expulser la presque totalité de l'acide nitrique ; et il est resté un résidu presque sec, d'un jaune clair et d'une saveur amère très-prononcée. Redissous dans l'eau chaude et abandonné à lui-même, il s'est pris en une masse de cristaux grenus, lesquels, séparés d'un liquide incristallisable, lavés avec de l'eau et pressés dans du papier gris, étaient blan-

châtres. Ils ont abandonné quelques traces d'oxalate de chaux, lors de leur redissolution dans l'eau bouillante, et ont cristallisé de nouveau. Ils sont peu solubles dans l'eau froide, mais disparaissent dans une grande quantité de ce liquide qu'ils colorent en jaune. Leur dissolution dans l'eau bouillante, saturée de carbonate de potasse, donne par le refroidissement une multitude de longs prismes aciculaires très-brillans et d'un beau jaune, lesquels, exposés à la chaleur, se décomposent avec explosion, en laissant dans leur voisinage un enduit fuligineux. On voit donc que, par la réaction de l'acide nitrique sur le pollen du typha, il se forme principalement de l'acide carbazotique, mais point sensiblement d'acide oxalique, ainsi que je m'en suis assuré par plusieurs épreuves.

Examen des enveloppes spermatiques du pollen du typha épuisée par l'eau bouillante (pollénine).

Nous avons dit que les grains du pollen du typha étaient tapissés entièrement par de l'amidon, qui paraît y être retenu assez fortement, puisque ni l'eau bouillante, ni même l'acide acétique concentré bouillant ne peuvent en séparer; mais, à l'aide d'une légère dissolution d'acide tartrique bouillante, on obtient une liqueur incolore qui prend une belle couleur bleue foncée avec la teinture aqueuse d'iode. Le carbonate de potasse donne un résultat analogue sans se charger du principe colorant. Avec la potasse caustique bouillante on a une liqueur qui ne contient que de l'amidon et un peu de matière jaune, et qui est entièrement décolorée par un excès d'acide. Si on prolonge l'ébullition de la liqueur alca-

line pendant une ou deux heures, la matière grasse finit par s'acidifier, et on a pour résultat une dissolution de savon contenant une petite quantité de matière jaune, mais rien de plus. Pour apprécier la quantité d'amidon contenu dans le pollen, 12 grammes de cette poussière, préalablement épuisée de ses principes solubles, ont été traités par l'eau bouillante aiguisée d'acide hydrochlorique, et on a filtré à travers un linge sur lequel on a pu laver la matière insoluble malgré son extrême ténuité. Les liqueurs acides réunies et saturées d'ammoniaque ont laissé déposer un léger précipité de phosphate de chaux. L'alcool y a formé ensuite un dépôt gélatineux incolore, lequel, bien lavé à l'eau alcoolisée, ressemblait à de l'empois, et pesait 0,25 grammes après sa dessiccation. Il s'est redissout en partie dans l'eau froide. C'était de l'amidon un peu modifié par l'acide hydrochlorique. La portion du pollen insoluble dans l'eau et privée, par la potasse caustique, de l'amidon, de la matière grasse, et d'une partie du principe colorant, présente une matière azotée, mais beaucoup moins que l'albumine, insoluble dans les alcalis caustiques et dans l'acide hydrochlorique concentré bouillant, et dissoluble dans l'acide sulfurique concentré, d'où elle est précipitée par l'eau. Elle se dissout aussi, quoiqu'avec peine, dans l'acide acétique concentré bouillant; mais l'eau l'en précipite en flocons blancs qui ressemble à du fromage. Ainsi divisée, elle est soluble dans l'ammoniaque et dans la potasse caustique, desquels elle peut être séparée par les acides sous la forme d'un coagulum blanc opaque; mais, si l'on fait bouillir sa dissolution dans la potasse, elle éprouve une altération telle que les

acides ne peuvent plus la séparer ; dans cet état, elle est précipitée de la liqueur saturée par l'alcool et par l'infusion de galle. Cette matière, ainsi obtenue de sa dissolution acétique par l'eau, se dissout aussi dans l'acide hydrochlorique concentré bouillant, d'où elle peut encore être précipitée par l'eau. Desséchée, elle est d'une demi-transparence cornée. A la dissolution, elle se boursouffle et donne un produit huileux et légèrement ammoniacal, qui rappelle au bleu le papier rougi par le tournesol, mais sans aucun indice de carbonate d'ammoniaque sublimé. Quoique cette matière ne contienne point de soufre, et paraisse bien moins azotée que l'albumine, cependant, traitée par l'acide nitrique, elle fournit de l'acide carbazotique et point d'acide oxalique. J'avais supposé que la portion insoluble du pollen pouvait contenir du ligneux. Au moyen de longues ébullitions dans l'acide acétique concentré et dans la potasse caustique, je suis parvenu, il est vrai, à en dissoudre ou à en détruire la plus grande partie ; mais celle qui a résisté à ces agens, s'est dissoute, comme auparavant, dans l'acide sulfurique concentré, d'où elle était précipitée par l'eau ; elle brûlait d'ailleurs avec beaucoup de flamme, et donnait à la dissolution, en se boursoufflant, un produit légèrement ammoniacal ; elle avait donc les mêmes propriétés que la portion que j'avais enlevée au moyen de l'acide acétique concentré.

MM. Fourcroy et Vauquelin, ayant exposé pendant huit jours sur du papier à filtrer du pollen du dattier dépouillé de sa matière soluble, observèrent qu'au lieu de se dessécher, il prit la forme d'une pâte, et entra rapidement en putréfaction, en répandant l'odeur de

vieux fromage. Cette matière fut alors desséchée ; elle devint demi-transparente et d'une consistance semblable à celle de la colle forte. Avant sa dessiccation elle était facilement miscible à l'eau, et présentait les caractères d'un savon (1). Le pollen du typha, traité de la même manière, n'a nullement offert les mêmes phénomènes ; il a répandu, à la vérité, une très-légère odeur putride qui bientôt a disparu ; il s'est ensuite couvert de moisissure, mais sans se ramollir en aucune manière. Je l'ai lavé avec un peu d'eau : la liqueur n'était point sensiblement troublée par l'acide nitrique, et du papier rougi par le tournesol que j'y ai plongé pendant quelque temps, a pris à peine une légère nuance bleuâtre. Cette portion insoluble du typha, ainsi abandonnée à la décomposition spontanée, était tout aussi pulvérulente qu'auparavant. Ayant été délayée avec du sucre et de l'eau et exposée à une douce température, la fermentation ne s'est point établie d'abord ; mais, après plusieurs jours, elle s'est manifestée assez vivement, et il en est résulté une liqueur vineuse qui a fourni de l'alcool.

D'après les principales propriétés que je viens de signaler dans cette substance, ou si l'on veut dans la pollénine du typha, on voit que sa constitution diffère de celle du dattier, en ce qu'elle est beaucoup moins azotée, et pour ainsi dire imputrescible. Quant à la couleur jaune qu'elle retient très-fortement, et qui y est fixée comme sur un tissu, elle lui est tout-à-fait étrangère, puisque je suis parvenu à l'en dégager.

---

(1) Thomson, *Syst. de chim.*

Incinération du pollen du typha.

25 grammes de pollen du typha, chauffés dans un creuset de platine, ont brûlé long-temps avec beaucoup de flamme, due en partie à la matière grasse. Il est resté un charbon assez difficile à incinérer, qui a fourni une cendre blanche comme frittée ou à demi fondue, du poids de 0,75 grammes. Traitée à l'eau chaude, cette cendre a donné une lessive alcaline, laquelle, saturée par l'acide acétique, a produit un précipité blanc gélatineux.

Le mélange a été évaporé à siccité et traité par l'alcool qui lui a enlevé 0,1 gramme d'acétate de potasse équivalent au malate de potasse contenu dans le pollen. La portion du résidu salin insoluble dans l'alcool s'est dissous en partie dans l'eau, à l'exception d'une matière blanche, qui pesait 0,09 grammes après avoir été bien lavée et desséchée. Elle s'est presque entièrement dissoute dans l'acide sulfurique affaibli étendu d'alcool, et n'a laissé que quelques traces de sulfate de chaux. Exposée au chalumeau, ou tout simplement à la flamme d'une bougie, elle s'est fondue avec la plus grande facilité en un globule parfaitement incolore et limpide comme le plus beau cristal. Cette matière n'était donc, à ce qu'il paraît, que du phosphate de magnésie retenant justement la quantité de phosphate de chaux nécessaire pour le rendre très-fusible et insoluble dans l'eau (1). La dissolution saline, séparée de la matière dont il s'agit,

(1) Les arts ne pourraient-ils pas tirer parti d'une composition analogue pour la construction des lentilles ou autres objets?

ayant été évaporée, on a chauffé fortement le résidu; il a laissé 0,32 grammes d'un sel neutre, qui, redissous dans l'eau, était précipité en flocons gélatineux par l'eau de chaux. L'acétate de plomb y a formé un dépôt abondant qui a disparu entièrement par l'affusion de quelques gouttes d'acide nitrique; cependant, par le repos, il s'est rassemblé un très-léger sédiment inappréciable de sulfite de plomb. Le nitrate d'argent a produit aussi, dans la même dissolution, un précipité qui ne s'est pas dissous entièrement dans l'acide nitrique. Ce sel était donc du phosphate de potasse retenant un peu de muriate et des traces de sulfate de potasse. Revenons à la partie de la cendre du pollen insoluble dans l'eau. Essayée au chalumeau, elle s'est fondue en un globule d'un blanc laiteux. Elle s'est dissoute presque sans effervescence dans l'acide hydrochlorique, et il est resté 0,02 grammes de silice. L'ammoniaque, versée dans la liqueur suffisamment étendue d'eau, en a précipité toute la matière dissoute sous une forme gélatineuse. Redissoute dans un peu d'acide hydrochlorique, l'acide sulfurique étendu d'alcool en a séparé un peu de sulfate de chaux, et de la liqueur surnageante j'ai obtenu, par la potasse, une quantité notable de magnésie, d'où il suit que la portion insoluble dans l'eau de la cendre du pollen est formée d'une combinaison fusible de phosphate de magnésie et de chaux et de quelques indices de fer.

RÉSUMÉ.

100 parties de pollen du typha latifolia contiennent :

1°.	Eau	47,00 ;
2°.	Pollénine d'une nature particulière	25,96 ;
3°.	Matière colorante jaune	
4°.	Sucre	18,32 ;
5°.	Matière peu azotée	
6°.	Gomme	
7°.	Suif formé de stéarine et d'oléine	3,60 ;
8°.	Amidon	2,08 ;
9°.	Phosphate de magnésie et de chaux	1,28 ;
10°.	Phosphate de potasse, retenant un peu de muriate et des traces de sulfate	1,28 ;
11°.	Malate de potasse	0,40 ;
12°.	Silice	0,40 ;
13°.	Oxide de fer	» »
		100,00.

Puisque le pollen du typha contient près de la moitié de son poids d'eau, il est évident que chacun de ses grains est gonflé par un fluide fécondant, lequel n'a point une composition analogue à la liqueur séminale des animaux, puisqu'il est peu azoté, et contient du sucre et de la gomme. Suivant Kœlreuter, les grains de pollen placés sur le stigmate n'éclatent point, mais se flétrissent en laissant échapper lentement la liqueur qui y est contenue. Nous avons vu que le pollen du typha, nouvellement recueilli et renfermé pendant deux ou trois jours dans un flacon bien bouché, s'est humecté

au point que cette poussière, naguère si coulante et si ténue, s'est agglutinée en une masse qui répandait une odeur alcoolique très-marquée.

D'un autre côté, Bernard de Jussieu, Nedham, Spallanzani, Gleichen, Guillemin, Raspail, etc., ont vu les grains de pollen, placés dans quelques circonstances particulières, éclater avec explosion comme de petites bombes, et lancer avec force un jet de matière liquide, dans lequel on voit une multitude de petits globules s'agiter rapidement en tout sens. N'est-il pas très-probable que ces phénomènes ne sont dus qu'à la fermentation de la liqueur sucrée contenue dans les grains de pollen ?

Nancy, le 15 août 1829.

Lettre *de M.* Kupffer *à M.* Arago, *contenant la relation d'un voyage au sommet le plus élevé du Caucase* (1).

Monsieur,

Il n'y a pas très-long-temps que je vous ai communiqué le projet que j'avais de me joindre à une expédition militaire aux environs de l'Elbroutz, que le général Emmanouel voulait entreprendre pendant le cours de cet été. Cette expédition a eu lieu au mois de juillet passé. Nous n'avons pas seulement visité la partie la plus

---

(1) Cette lettre a été communiquée à l'Académie, dans sa dernière séance de septembre. Nous nous hâtons de la publier, afin de rectifier, autant qu'il est en nous, les erreurs contenues dans le compte que les journaux en ont rendu.

intéressante du Caucase, où personne n'avait pénétré avant nous ; mais nous avons même été assez heureux pour monter sur l'Elbroutz, dont la hauteur surpasse de 1,000 pieds celle du Mont-Blanc, et que les habitans du pays même croyaient jusqu'ici inaccessible.

Quelques voyageurs, qui ont recueilli des renseignemens sur les approches de l'Elbroutz, ont prétendu qu'il était entouré de marais. Le général Emmanouel, en poursuivant ses victoires sur les Caratchaï, peuplade Tcherquesse, dont les habitations approchent le plus l'Elbroutz, s'était convaincu de la fausseté de cette assertion, et il conçut aussitôt le projet de visiter ces endroits, accompagné de quelques savans, pour examiner la constitution géologique, entièrement inconnue, de ces montagnes, et déterminer la hauteur de l'Elbroutz, s'il était possible d'y monter. L'Académie de Saint-Pétersbourg, à laquelle le général s'adressa à cet effet, saisit avec empressement cette brillante occasion de reculer les bornes de nos connaissances géographiques et physiques, et me chargea de la direction des travaux, en m'associant M. Zenz pour les observations physiques, M. Menetrier pour la zoologie, et M. Meyer de Dorpat pour la botanique. Après nous être rendus aux eaux minérales de Koustantinogorsk, que le général nous avait indiquées comme point de départ, nous montâmes à cheval le 8 juillet, après midi. Quoique la plupart des peuplades Tcherquesses, qui habitent le Caucase, soient maintenant soumises au sceptre russe, on ne peut pénétrer dans ces montagnes sans une bonne escorte. Notre convoi était composé de six cents hommes d'infanterie et trois cent cinquante Cosaques, deux canons, six chameaux pour transporter nos tentes ; plusieurs voitures à deux roues, attelées de bœufs, nous suivaient. Après avoir fait quelques lieues, on chercha une place où il y eût de l'eau, du bois et un bon pâturage pour les chevaux ; on établit le camp, on plaça des vedettes sur les hauteurs d'alentour, et on se coucha sur le gazon. Nous avons mené cette vie nomade durant un mois entier. Pendant tout ce temps, nous n'avons vu aucune habitation, aucun champ cultivé : nos guides Tcherquesses, malgré l'assu-

rance réitérée de nos intentions pacifiques, choisirent toujours des routes qui ne touchaient pas à leurs demeures. Ce n'est que vers la fin de notre tournée, que nous avons vu quelques troupeaux de brebis, qui sont, après les chevaux, la principale richesse de ces peuplades.

Après douze jours de marche et après bien des détours, nous arrivâmes au pied de l'Elbroutz, et nous établîmes notre camp sur les rives de la Malka, qui prend sa source au pied de l'Elbroutz même. Le lendemain, le 21 juillet (nouveau style), le général monta sur une des élévations qui environnaient notre camp, afin de reconnaître la route que nous devions prendre, pour arriver, s'il était possible, sur le sommet de la montagne. Aussitôt qu'il fut revenu, il assembla autour de lui les Cosaques et les Tcherquesses qui devaient nous accompagner; il promit des récompenses considérables à celui d'entre eux qui atteindrait le premier le sommet. Nous nous mîmes en route à dix heures du matin. Après avoir traversé le Malka, nous nous vîmes déjà obligés de renvoyer nos chevaux; car nous marchâmes sur un amas de rochers, de sorte qu'on ne pouvait avancer qu'à pied, en grimpant et en sautant de bloc en bloc. Les fantassins et les Cosaques, qui formaient notre convoi, furent chargés de nos effets et d'un peu de bois pour nous chauffer pendant la nuit; après six heures de marche, c'est-à-dire, à quatre heures, nous arrivâmes enfin à la limite des neiges.

La chaîne centrale du Caucase est entièrement formée de porphyre. Figurez-vous un plateau de 8 à 10,000 pieds d'élévation, allongé dans la direction de l'est à l'ouest, déchiré dans toutes les sens par des vallées étroites et profondes, traversé au milieu et selon sa longueur par une crête de rochers escarpés qui présentent un aspect pittoresque et dont les sommets sont couverts d'une neige éternelle; formez sur cette crête, à peu près sur la moitié de sa longueur, une excavation très-large et peu profonde, dont le milieu soit occupé par un cône, qu'on croirait entièrement composé de neige, si l'on ne voyait pas, par-ci par-là, paraître à nu le roc qu'elle

recouvre : c'est l'Elbroutz, dont la hauteur surpasse de 3 à 4,000 pieds celle de toutes les montagnes environnantes. Nous passâmes la nuit au pied de ce cône, dans un petit fond, abrité par des blocs énormes de porphyre noir à taches blanches, au milieu duquel il s'était formé un petit amas d'eau de neige; pas une trace de verdure; à peine quelques lichens tapissent les rochers.

Le lendemain matin, le 22 juillet, nous nous levâmes à trois heures. Le thermomètre était tombé jusqu'au point de la congélation; le ciel était parfaitement clair, ce qui paraît arriver fort rarement dans ces contrées; car, pendant tout notre voyage, nous avons vu la chaîne centrale presque constamment couverte de nuages. Après avoir marché un quart d'heure, nous nous trouvâmes sur la neige. Au commencement, la pente n'était pas très-rapide, et nous avançâmes avec facilité, nous aidant de temps en temps de nos bâtons ferrés; mais bientôt la montée devint si difficile, que nous fûmes obligés de pratiquer des gradins dans la neige qui était encore assez ferme pour nous porter.

Les phénomènes qui frappent l'imagination du voyageur dans ces hautes régions, sont trop connus pour que j'aie besoin de vous en retracer ici le tableau; d'ailleurs, dans un premier essai où l'on ne sait pas d'avance si l'on atteindra le sommet et si l'on pourra s'y arrêter quelques heures, on n'emporte pas beaucoup d'instrumens avec soi. Nous n'étions munis que d'un baromètre, d'un thermomètre, et d'un appareil pour l'intensité des forces magnétiques terrestres, dont nous n'avons pas pu nous servir. Tous ceux qui se sont élevés à de grandes hauteurs savent combien la lassitude qu'on éprouve est accablante, à cause de la ténuité de l'air : il faut se reposer presqu'à chaque pas; nos yeux s'enflammaient, nos figures et nos lèvres étaient brûlantes : il a fallu, après notre retour, plusieurs jours pour nous remettre. Il est vrai que nous fûmes amplement récompensés par la vue de la vallée, lorsque le soleil eut dissipé les nuages qui la couvrait le matin, et par l'aspect d'un ciel pur et d'une couleur bleue foncée.

Vers le sommet, l'Elbroutz présente une série de rochers nus, formant une espèce d'escalier qui en facilite beaucoup la montée. MM. Menetrier, Meyer, Bernadazzi (architecte, demeurant actuellement aux eaux minérales, qui nous a accompagnés dans toutes nos courses), et moi, nous nous sentîmes tellement épuisés de fatigue, que nous résolûmes de nous reposer pendant quelques heures, pour reprendre notre marche avec de nouvelles forces; mais, en attendant, la neige se ramollit tellement par la chaleur du soleil, dont les rayons dardaient perpendiculairement sur sa surface, qu'en différant notre retour, nous aurions risqué de nous précipiter dans les abîmes que la neige gelée recouvrait seulement comme un pont léger. M. Zenz, qui avait continué sa marche sans s'arrêter, atteignit le dernier échelon des rochers dont je viens de vous parler. Il ne se vit séparé du sommet que par un intervalle de neige; les mêmes raisons qui nous déterminèrent à retourner, l'empêchèrent également d'avancer : et de quinze à vingt personnes (en comptant les Cosaques et les Tcherquesses qui nous accompagaient) qui avaient tenté de monter, il n'y en eut qu'une seule qui atteignit le sommet : ce fut un Tcherquesse (cirassien), nommé Krillar, qui s'y était pris de meilleure heure, et qui avait mieux profité de la gelée du matin.

Nos Tcherquesses, qui nous avaient conseillé de retourner, avaient dit la vérité : la descente fut très-difficile; nous enfonçâmes à chaque pas; il fallut s'avancer avec la plus grande précaution, et choisir les endroits où la neige était encore assez ferme pour nous porter; nous risquâmes à chaque moment d'être ensevelis. A sept heures du soir, nous arrivâmes, par un chemin plus court que celui de la veille, à notre camp sur la rive de la Maika.

M. Zenz, qui s'était chargé des observations barométriques et thermométriques, a trouvé les hauteurs suivantes :

	Pieds français.
Elévation des eaux chaudes de Koustantirogorsk.	1,300
——— de la limite des neiges.....	10,400
——— de la première station des rochers...	13,600
——— de la station de M. Zenz.....	14,800

En comparant par une bonne lunette à micromètre l'élévation du sommet situé au-dessus de la station de M. Zenz à celle de cette dernière station au-dessus de la première station des rochers, nous avons évalué la première à 600 pieds, de sorte que l'élévation totale de l'Elbroutz peut être fixée à 15,400 pieds. La température de l'air était, à la limite des neiges, de 9°,6 R.; à la station de M. Zenz, de 1°5, tandis qu'elle était, aux eaux minérales, à l'heure de la première observation, de 23°, et à l'heure de la seconde, de 24° R. La première de ces observations donne 680 pieds de différence de niveau pour chaque degré octogésimal; la seconde, 630 seulement.

Un des résultats les plus intéressans que nous croyons avoir obtenus pendant notre voyage, est relatif au décroissement de l'intensité du magnétisme terrestre selon la hauteur. Des observations très-exactes, faites avec une aiguille aux variations diurnes de Gambey, nous ont donné un décroissement de 0″,01 sur 24″ pour chaque mille pieds d'élévation. Le résultat s'accorde avec celui que M. Gay-Lussac a obtenu dans son ascension aérostatique; car, en supposant que la durée d'une oscillation n'ait pas diminué (comme effectivement M. Gay-Lussac l'a observé) malgré la différence de 40° qu'il y avait entre les températures des deux stations (si je me rappelle bien le nombre), on est forcé d'admettre que le décroissement de l'intensité en raison de la hauteur, doit avoir été, dans cette expérience, égal à l'accroissement de l'intensité en raison de la diminution de température. Mais l'accroissement de la durée d'une oscillation qui s'exécute en 24″, est égal, selon mes observations, à 0″0034 pour chaque degré octogésimal, ou à 0″136 pour 40°; ce résultat est trop faible si l'aiguille de M. Gay-Lussac n'était pas si bien trempée que la mienne; c'est l'accroissement de la durée d'une oscillation pour 18,000 pieds, hauteur à laquelle MM. Gay-Lussac et Biot se sont élevés; ce qui donne près de 0″008 pour mille pieds. Je vérifierai encore mes calculs aussitôt que je serai arrivé. Ce résultat est d'autant plus remarquable, qu'il est incompatible avec l'hypothèse d'un noyau magnétique au centre de la terre:

cette hypothèse donne un décroissement beaucoup plus faible. Je vous communiquerai prochainement le détail de nos observations et quelques idées sur la distribution des forces magnétiques dans le globe terrestre qu'elles m'ont suggérées.

Agréez, Monsieur, etc.

Eaux minérales du Caucase,
ce 29 juillet (10 août) 1829.

Procédé *pour obtenir l'oxide de cobalt pur.*

Par M. Quesneville fils.

Je traite directement la mine de cobalt par l'acide nitrique, sans la griller. J'évapore la dissolution à siccité, et je reprends par l'eau. Je précipite alors avec attention par le carbonate de potasse, jusqu'à ce que je m'aperçoive que l'arséniate de cobalt commence à se précipiter à son tour. Je sépare par le filtre l'arséniate de fer qui vient de se précipiter, et je verse dans la liqueur une dissolution d'oxalate acide de potasse. Au bout de quelques heures, tout l'oxalate de cobalt est précipité; le fer, l'arsenic et presque tout le nickel restent en dissolution. Le précipité, bien lavé, peut être alors traité par l'ammoniaque, d'après le procédé de M. Laugier, si l'on veut avoir l'oxide rigoureusement pur, et il suffira de le traiter à chaud par un peu d'ammoniaque, qui dissoudra en premier l'oxalate de nickel. Dans le cas contraire, la quantité de nickel étant tout-à-fait minime, il ne restera qu'à décomposer l'oxalate de cobalt par le fer, dans un vase ouvert. L'oxide de cobalt qu'on obtiendra ne contiendra ni fer, ni arsenic, et ne sera souillé que par quelques traces de nickel.

(*Journ. de Pharm.*, t. xv, p. 291 et 411.)

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	753,76	+13,2	89	753,72	+14,5	84	753,44	+15,2	84	753,62	+14,0	84	+15,2	+13,0	Pluie.	N
2	754,40	+16,3	82	754,63	+17,3	71	754,90	+19,0	68	757,22	+14,8	80	+19,0	+13,0	Pluie fine.	N. O.
3	760,40	+14,4	78	760,44	+17,7	63	760 40	+18,1	58	760,13	+12,8	78	+18,1	+12,7	Eclaircies.	N. E.
4	757,92	+17,0	75	757,43	+19,0	62	756,72	+17,5	55	756,68	+10,8	70	+19,0	+ 9,0	Nuageux.	O.
5	752,50	+14,0	79	751,30	+18,2	75	750,24	+16,5	80	748,05	+14,2	90	+18,2	+ 9,7	Couvert.	S.
6	748,64	+19,0	77	748 10	+19,5	79	746,80	+17,3	90	757,70	+15,5	90	+19,5	+15,5	Pluie fine.	S.
7	752,35	+17,5	75	752,00	+19,0	69	750,75	+20,7	60	749,54	+14,5	90	+20,7	+12,0	Nuageux.	S.
8	750,04	+17,8	74	750,50	+19,3	67	750,05	+18,8	62	751,24	+15,0	78	+19,3	+12,5	Nuages.	S O.
9	752,78	+18,2	71	752,22	+19 5	65	751,42	+19,5	70	750,06	+16,5	83	+19,5	+11,6	Pluie fine.	S. O.
10	745,77	+17,0	82	745,15	+21,5	70	744,60	+20,8	68	744,44	+17,5	80	+21,5	+14,2	Couvert.	S. très-fort.
11	750,57	+15 7	71	752,48	+17,7	59	753,03	+18,0	53	752,47	+13,7	79	+18,0	+13,7	Eclaircies.	O.
12	752,77	+16,2	74	752,28	+17,3	69	751,20	+17,8	69	750,72	+14,0	78	+18,0	+12,0	Couvert.	S. O.
13	749,23	+16,5	75	747,70	+18,7	65	745,68	+19 0	63	740,70	+12,8	88	+19,0	+ 9,4	Nuageux.	S. O.
14	739,30	+15,0	74	739,94	+16,5	66	741,16	+12,3	68	745,35	+10,3	88	+16,5	+ 9,3	Nuageux.	O. S. O.
15	752,40	+13,7	79	753,36	+16,5	64	754,40	+15,0	64	756 58	+10,2	65	+16,5	+ 8,4	Eclaircies.	O.
16	751,43	+13,5	86	750,00	+16,8	76	748,36	+18,3	78	747,87	+15,3	90	+18,3	+11,3	Nuageux.	S. S. O.
17	751,80	+14,0	85	753,34	+16,5	63	753,80	+16,2	62	752,50	+12,2	89	+16,5	+12,2	Nuageux.	N.
18	741,50	+14,1	85	740,16	+17,5	80	739,60	+16,8	73	742,00	+13,1	82	+17,5	+11,7	Petites éclaircies.	S
19	744,36	+15,2	83	745,40	+17,2	75	746,60	+16,2	76	749,50	+10,7	88	+17,2	+11,7	Eclaircies.	S. O.
20	753,05	+12,7	90	754,25	+14,5	77	754,83	+14,2	67	755,65	+ 9,5	86	+14,5	+ 7,4	Couvert.	N. O.
21	755,00	+12,7	82	754,48	+14,7	73	754,15	+15,0	76	757,38	+11,8	88	+15,0	+ 9,0	Il bruine.	S. O.
22	755,18	+15,0	74	754,70	+17,2	70	753,53	+17,5	60	753,13	+ 8,8	82	+17,5	+ 8,0	Eclaircies.	S. E.
23	752,85	+12,7	83	752,73	+16,7	65	752,75	+17,0	59	754,10	+12,5	80	+17,5	+ 8,2	Légèrement couvert.	S. O.
24	755,38	+11,7	90	755,56	+12,7	85	755,80	+15,7	70	757,53	+10,7	86	+15,7	+10,7	Couvert.	N. N. O.
25	759,47	+12,7	84	759 69	+15,4	70	759,61	+16,5	59	761,70	+10,3	82	+16,5	+ 7,5	Très-nuageux.	O
26	763,71	+ 9,5	89	763,96	+12,7	80	763,14	+15,5	70	762,85	+ 9,0	85	+15,5	+ 7,5	Vaporeux.	N. O.
27	759,38	+13,3	82	758,16	+14,5	78	756,06	+13,5	88	753,90	+11,5	90	+15,5	+ 9,0	Pluie.	S. O.
28	755,15	+12,5	82	754,64	+15,5	67	754,63	+12,7	70	755,20	+ 7,1	86	+15,5	+ 6,5	Couvert.	O. N. O.
29	756,45	+ 9,0	84	756,45	+13,7	77	755,94	+13,0	54	757,62	+ 9,0	81	+13,7	+ 3,7	Très-nuageux.	S.
30	760,75	+10,0	82	760,51	+14,4	65	759,33	+15,5	62	759,41	+11,7	84	+15,5	+ 4,2	Petits nuages.	N. E.
1	752,86	+16,4	78	752,55	+18,6	69	751,93	+18,3	75	752,87	+14,6	82	+19,0	+12,3	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	748,64	+14,7	80	748,89	+16,9	69	748,87	+16,4	67	749,34	+12,2	83	+17,2	+10,7	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 10,880
3	757,33	+13,9	83	757,09	+14,8	73	756,49	+15,2	67	757,29	+10,2	84	+15,8	+ 7,4	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 10,385
	752,94	+15,0	81	752,84	+16,8	70	752,43	+16,6	70	753,17	+12,3	83	+17,3	+10,1	Moyennes du mois,	+ 13,7.

Sur *quelques Combinaisons du brome, et sur sa préparation.*

Par Mr C. Löwig.

Bromide (perbromure) de mercure, et oxide de mercure. Le bromide de mercure dissout à chaud l'oxide de mercure, et par le refroidissement il se sépare un sel en grains cristallins d'un jaune citron. On obtient la même combinaison en précipitant le bromide de mercure avec une quantité insuffisante de potasse ou de soude, et en faisant bouillir le précipité avec la liqueur surnageante. Il paraît qu'on peut l'obtenir encore en décomposant le bromide de mercure par l'ammoniaque. La chaleur la décompose; de l'oxigène se dégage, et il se volatilise du bromide et du bromure de mercure qu'on peut séparer facilement par l'alcool; il reste de l'oxide de mercure dans le vase distillatoire. Cette combinaison est insoluble dans l'eau froide; mais elle se dissout un peu dans l'eau bouillante, et s'en sépare par le refroidissement en petites aiguilles d'un jaune citrin. L'alcool la dissout facilement. La potasse et la soude en précipitent l'oxide de mercure; mais l'ammoniaque ne paraît pas la décomposer. Une dissolution de bromide de mercure, exposée au soleil, se décompose en bromure de mercure et en acide hydrobromique, sans doute avec dégagement d'oxigène.

Le sel ammoniac dissout facilement le bromide de mercure. Le carbonate de potasse ou de soude précipite de la dissolution une poudre blanche légère, qui paraît semblable au précipité que produit l'ammoniaque dans une dissolution de bromide de mercure; ce précipité

est probablement analogue au *mercurius præcipitatus albus.*

Bromate et bromide de mercure. On obtient aisément ces deux sels en faisant agir ensemble de l'oxide de mercure, du brome et de l'eau ; on les sépare l'un de l'autre au moyen de l'alcool qui ne dissout que très-peu de bromate.

Bromure de plomb. Le minium, mis en digestion avec du brome et de l'eau, produit du bromure et de l'oxide puce de plomb. En filtrant la liqueur, après l'avoir chauffée, le bromure cristallise en aiguilles blanches éclatantes. Ses propriétés sont semblables à celles du chlorure de plomb.

L'iodate de potasse donne, avec le sulfate d'oxidule de fer, un précipité d'un rouge brun, soluble dans une grande quantité d'eau ; mais le bromate de potasse ne précipite ni le sulfate de fer, ni le sulfate de cuivre.

Bromate d'argent. Il est soluble dans l'ammoniaque, mais non dans l'acide nitrique ; il déflagre sur les charbons comme le salpêtre.

Bromate de potasse. Un mélange de ce sel avec du soufre s'enflamme au moyen de l'acide sulfurique, ou par le choc.

Hydrate de brome. Il se forme très-facilement, à une température de 4 à 6°, en faisant passer de la vapeur de brome dans un tube mouillé d'eau ; en un quart d'heure, tout le tube est rempli d'hydrate.

Bromure de potasse. Le brome se comporte exactement avec le carbonate de potasse comme le chlore. La combinaison de ces deux corps détruit presque aussi promptement les couleurs que celle du chlore, et les

acides affaiblis en dégagent le brome. La potasse caustique donne des produits différens ; elle forme instantanément du bromate de potasse et du bromure de potassium, et n'a pas la propriété de détruire les couleurs ; mais, aussitôt qu'on ajoute un acide, il se dégage du brome.

J'ai fait beaucoup d'essais, mais en vain, pour obtenir une combinaison de brome et d'oxigène au-dessous de l'acide bromique ; néanmoins on peut supposer, comme Berzelius l'a fait pour le chlore, que, dans certaines circonstances, il se forme d'abord du bromite de potasse et du bromure de potassium, et que la première combinaison se maintient jusqu'à ce que l'alcali soit saturé à un certain point, époque à laquelle le bromite se transforme en bromate et en bromure. Si cette hypothèse est vraie, il ne doit point se former de bromate de potasse pendant l'absorption du brome par le carbonate de potasse, ainsi que Berzelius l'a montré pour le chlore.

J'ai commencé par saturer une dissolution de carbonate de potasse avec du bromure de potassium, et j'ai ajouté peu à peu du brome en agitant continuellement. Le liquide prend une couleur jaunâtre, et possède la propriété de décolorer ; il ne s'en dégage pas d'acide carbonique, et l'on voit se précipiter instantanément une grande quantité d'un sel pulvérulent, cristallin, qui, lavé jusqu'à ce qu'il ne décolore plus, est un mélange de bromate de potasse et de bromure de potassium.

Après la séparation du sel, on a ajouté du brome à la dissolution, tant que son odeur a disparu. Il s'est précipité une nouvelle quantité de sel, mais de moins en moins, et le liquide décolorait au plus haut degré. On n'a

point aperçu de dégagement d'acide carbonique. La dissolution conserve long-temps la propriété de décolorer ; mais elle la perd peu à peu à mesure que le gaz carbonique se dégage. Si l'on chauffe, la décomposition marche beaucoup plus vite, comme L. Gmelin l'a déjà observé pour le chlore.

Si l'on ne veut point admettre qu'il se forme d'abord du bromite de potasse, on peut expliquer l'opération de la manière suivante : le brome s'empare d'une portion de potasse, et produit du bromate de potasse et du bromure de potassium ; tandis qu'une partie du carbonate passe à l'état de bicarbonate qui se combine avec une autre portion de brome, et le liquide possède alors la propriété de décolorer. Le bicarbonate résiste quelque temps à l'action du brome ; et, comme la combinaison est très-faible, le brome conserve son odeur et ses propriétés physiques. Si la liqueur est très-concentrée, le bicarbonate cristallise en partie, et du brome est mis en liberté. La moitié du carbonate de potasse se change ainsi en bromure de potassium et en bromate de potasse, et à un certain degré de concentration, ce dernier cristallise en partie. Si l'on abandonne à elle-même ou si l'on chauffe la liqueur décolorante, dont la couleur est jaune clair, et l'odeur tout-à-fait semblable à celle des chlorites alcalins, il se forme une nouvelle quantité de bromate et de bromure.

On obtient un liquide décolorant entièrement semblable au précédent, en combinant du brome avec une dissolution de bicarbonate de potasse. On n'aperçoit pas d'abord de dégagement d'acide carbonique ; mais peu à peu il a lieu, et il se forme du bromate et du bromure.

Il serait difficile de décider comment on doit considérer cette combinaison de bicarbonate de potasse et de brome ; je crois pourtant que le mieux est de la regarder comme une combinaison directe qui, de même que les composés organiques, n'a que peu de stabilité.

Bromure de chaux. Cette combinaison a été obtenue en mettant un excès de chaux en bouillie avec du brome. Le liquide, filtré, a une couleur jaunâtre, et décolore à un haut degré. En chauffant, il se dégage du brome et de l'oxigène, et il reste du bromure de calcium. Les acides en dégagent du brome. En un mot, cette combinaison a tous les caractères de celle du chlore avec la chaux.

Le bromate d'argent étant insoluble comme le bromure, j'ai voulu m'assurer si, en précipitant le bromure de chaux par le nitrate d'argent, on obtiendrait ou non du bromate d'argent.

En versant peu à peu du nitrate d'argent dans la dissolution du bromure de chaux, il se fait un précipité qui est gris à cause de l'excès de chaux ; la propriété décolorante diminue à mesure que l'on ajoute le nitrate d'argent, et au moment où il ne se fait plus de précipité, elle a disparu complètement. Il ne se dégage ni brome, ni oxigène ; résultat analogue à celui que Berzelius a obtenu pour le chlorure de chaux. J'ai répété cette expérience un grand nombre de fois, et je n'ai jamais observé ni dégagement d'aucun gaz, ni propriété décolorante après l'entière précipitation par le nitrate d'argent. Comme le nitrate d'argent se comporte avec l'ammoniaque et l'acide nitrique de même que le bromure, je me suis assuré de la présence du bromate de la ma-

nière suivante : le précipité, lavé complètement, a été exposé à une chaleur rouge ; de l'oxigène pur s'est dégagé sans aucune trace de brome ; en outre, un morceau de papier imprégné du précipité et desséché, a déflagré, par la chaleur, comme avec le salpêtre. J'ai remarqué, à cette occasion, qu'une chaleur à peine de 125°, noircit instantanément le précipité.

Il résulte de là que le précipité contient du bromate et du bromure d'argent. Je me suis assuré qu'il est identique du commencement à la fin de la précipitation. 100 parties ont laissé, par la calcination, 8,65 de bromure d'argent.

D'après les expériences qui précèdent, il paraît que le bromure de chaux se change complètement, lorsqu'on y verse du nitrate d'argent, en bromate et en bromure d'argent, et que le liquide ne conserve aucune propriété décolorante. On ne peut, par conséquent, considérer la combinaison du brome avec la chaux comme un bromite de chaux, mais plutôt comme du bromure de chaux.

Préparation du brome. Les eaux-mères qui le contiennent sont réduites à un quart de leur volume dans des chaudières de fer, et abandonnées à elles-mêmes plusieurs jours, pendant lesquels la plus grande partie du chlorure de calcium cristallise. Le liquide surnageant, après avoir été étendu d'eau, est mêlé avec de l'acide sulfurique, tant qu'il se produit un précipité. On décante le liquide surnageant, et on soumet le résidu à la presse. On réunit tous les liquides, on les évapore à siccité, et on dissout ce qui reste pour séparer une certaine quantité de sulfate de chaux. On obtient le

brome en traitant la dissolution par l'acide sulfurique et le peroxide de manganèse.

(*Annalen der Physik*, t. XIV, p. 485; extrait.)

Sur *l'Ether hydriodique.*

Par M. Sérullas.

L'éther hydriodique, dont nous devons la découverte à M. Gay-Lussac, pouvant, comme toute autre combinaison d'iode, et peut-être de préférence, vu l'état particulier dans lequel s'y trouve l'iode, recevoir quelque application en médecine; j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de faire connaître une deuxième modification que j'ai apportée dans la préparation de cet éther. Le procédé que j'emploie est semblable à celui que j'ai indiqué (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXIV, p. 95), pour obtenir l'éther hydrobromique; seulement j'ai observé, depuis, que la proportion du phosphore était trop grande, et qu'elle devait être diminuée de moitié.

Ainsi, on introduit dans une petite cornue, par sa tubulure :

Iode. . . . . 40 grammes.
Alcool à 38. 100

On y projette, par petits fragmens et en agitant :

Phosphore. 2gr.,5;

ce qui fait une partie de phosphore sur 16 d'iode.

On distille par ébullition presque jusqu'à la fin : on arrête et on ajoute 25 à 30 grammes d'alcool pour conti-

nuer la distillation, et cesser lorsqu'on est revenu au même point.

De l'eau mêlée au produit distillé en sépare à l'instant l'éther, qui va au fond ; on lave comme de coutume, et l'on redistille sur quelques fragmens de chlorure de calcium.

Sur *la préparation du brome avec l'eau mère de la saline de Schönebeck.*

M. Hermann, qui retire du brome de l'eau mère de la saline de Schönebeck pour le livrer au commerce, avait avancé que le bromure de magnésium, qu'on peut supposer exister dans cette eau mère, n'est point décomposé par l'acide sulfurique, et que ce n'est que lorsqu'on a ajouté du peroxide de manganèse, et que le chlore s'est dégagé, que la décomposition a lieu ; que l'on doit par conséquent commencer par décomposer, au moyen de l'acide sulfurique, les sels existans dans l'eau mère de la saline, distiller l'acide hydrochlorique, et séparer par la cristallisation les nouveaux sels formés, afin d'obtenir une eau mère très-riche en brome. M. Löwig a cherché à prouver au contraire, par des expériences, qu'une dissolution concentrée de bromure de magnésium, aussi-bien que l'eau mère de la saline de Kreuznach, est décomposée par l'acide sulfurique, et que l'on obtient en abondance de l'acide hydrobromique, comme produit de la distillation.

Mais il est évident que, sous le rapport de la préparation du brome, il s'agit seulement de savoir si, par une distillation convenable avec l'acide sulfurique des sels existans dans l'eau mère de la saline, la plus grande

partie du brome reste dans les vaisseaux distillatoires. Or, on a la preuve qu'il en est effectivement ainsi par l'expérience même de M. Hermann, qui, depuis plus d'un an et demi, a préparé par ce procédé le brome qu'il a livré au commerce. Mais, pour nouvelle preuve qu'on peut employer son procédé, M. Hermann a fait les expériences suivantes :

20 livres d'eau mère très-concentrée de la saline de Schönebeck ont été distillées avec 20 livres d'acide sulfurique, d'une densité d'environ 1,520 ; le produit a été à peu près 15 livres d'acide hydrochlorique.

Ce produit, saturé avec la craie, a été décomposé par le sulfate de soude. Le liquide, séparé du sulfate de chaux, a été concentré, et l'eau mère surnageante a été chauffée avec de l'acide sulfurique et du peroxide de manganèse. *Il ne s'est dégagé que du chlore.*

Le liquide resté dans la retorte, après la distillation de l'acide hydrochlorique, et qui contenait un grand excès d'acide sulfurique, a été saturé avec du carbonate de magnésie, et l'on a séparé par la cristallisation le sel magnésien qui s'était formé. L'eau mère restante, traitée comme l'eau mère précédente, *a donné aussitôt une quantité considérable de brome.*

Autant que je puis en juger, sans avoir fait moi-même les expériences, dit Poggendorff à qui nous empruntons cet article, il me semble que le procédé repose sur ce que l'acide hydrochlorique est plus volatil que l'acide hydrobromique, et je crois, d'après cela, que les produits de la distillation varieraient avec la température.

P. (*Annalen der Physik.* XIV. 613.)

Observations *sur les modifications que subissent les métaux dans leurs propriétés physiques, par l'action combinée du gaz ammoniacal et de la chaleur.*

Par Mr C. Despretz.

(Lu à l'Académie des Sciences, le 6 avril 1829.)

Les modifications imprimées aux métaux par le gaz ammoniacal à une chaleur rouge, ont été le sujet des recherches des chimistes et des physiciens.

M. Berthollet fils, pour soumettre à l'épreuve de l'expérience une opinion de sir Humphry Davy, d'après laquelle ce célèbre chimiste avait attribué à l'ammoniaque une composition analogue à celle des oxides alcalins, fit passer un courant de gaz ammoniacal sur du fer, porté à une haute température. Il vit que le métal devenait cassant sans augmenter de poids. M. Thenard a reconnu que les métaux (le fer, le cuivre, l'argent, l'or, le platine) jouissent, à des degrés différens, de la propriété de décomposer le gaz ammoniacal; que le fer la possède à un plus haut degré que le cuivre; que celui-ci la possède à un plus haut degré que les trois autres métaux.

M. Thenard ayant trouvé de plus que les gaz azote et hydrogène, provenant de la décomposition de l'ammoniaque, étaient toujours dans le rapport de 1 à 3 en volume, rapport qui existe dans l'alcali, et n'ayant pas apprécié de différence sensible entre le poids du fer et celui de ce métal, altéré par le gaz ammoniacal, en a

conclu que les nouvelles propriétés physiques qu'acquièrent les métaux dans ces expériences, étaient le résultat d'une nouvelle disposition entre leurs particules.

M. Ampère a pensé, à une époque où on n'avait pas trouvé d'augmentation de poids, qu'il se produisait d'abord un azoture, et que ce composé se détruisait quand ses élémens avaient acquis la même température, c'est-à-dire, immédiatement après sa formation.

Pour reconnaître si en effet il se formait un composé particulier, j'ai pris la densité du fer et du cuivre avant et après l'expérience, et j'ai constaté que ces métaux avaient diminué considérablement de densité sans augmenter de poids d'une manière sensible : ainsi la densité du cuivre était réduite de 8,9 à 5,5.

M. Savart fit connaître à l'Académie, le jour où j'adressai le résultat de mes premières recherches à cette Société, quelques expériences qu'il n'avait point publiées, mais dont plusieurs membres présens à la séance avaient eu connaissance.

Dans une Note que M. Savart a publiée depuis sur ce sujet, il rapporte que le cuivre prend un accroissement de poids égal à $\frac{1}{300}$, et le fer seulement $\frac{1}{600}$ d'accroissement, qu'il attribue à la combinaison de l'ammoniaque, ou de l'un de ses élémens, avec le métal. La diminution de densité du cuivre, d'après ce savant, se fait dans le rapport de 8,86 à 7,79, et celle du fer dans le rapport de 7,78 à 7,66.

Dans mes premières expériences, j'admettais que l'accroissement de poids $\frac{1}{500}$ trouvé par M. Thenard était négligeable, et même je pense que le nombre $\frac{1}{300}$ obtenu par M. Savart ne suffirait pas pour convaincre

les chimistes et les physiciens que l'air, ou le carbonate d'ammoniaque, ou la matière huileuse qu'entraîne souvent cet alcali, n'a pas produit l'effet observé.

Afin d'avoir de nouvelles données, j'ai repris mes anciennes expériences, et j'ai toujours obtenu une diminution considérable dans la densité, quoique j'aie souvent trouvé une augmentation de poids inférieure à $\frac{1}{300}$; ce qui montre que la combinaison a toujours lieu entre le métal et l'ammoniaque ou ses élémens.

Ayant soumis le même métal à l'action répétée du gaz ammoniacal, j'ai vu que le fer pouvait prendre jusqu'à 11,5 pour 100 d'augmentation de poids.

Voici le résultat de plusieurs expériences : 5g,928 de fer deviennent 6,612, ou 100 deviennent 111,538.

9,427.....	10,102,	ou 100 deviennent	107,162;
6,587.....	7,095,	ou 100	107,728;
29,960.....	31,472,	ou 100	105,046;
7,955.....	8,553,	ou 100	107,517.

Ensorte qu'en admettant pour l'atome de fer 33,92 et 8,74 pour celui de l'azote, et en supposant que ce soit de l'azote qui soit absorbé dans ces expériences, le produit le plus azoté serait un sous-azoture.

L'augmentation de poids, fournie par mes expériences, est si considérable comparativement à ce qui a été trouvé par les savans qui se sont occupés du même sujet, qu'on pourra être tenté d'attribuer une partie de l'effet à une oxidation produite soit par l'air, soit par l'eau, soit par l'acide carbonique. Il ne sera donc pas inutile de donner quelques détails sur la manière dont j'ai dirigé l'expérience.

J'ai évité l'action de l'air en faisant passer le gaz am-

moniacal dans le tube de porcelaine contenant le métal, long-temps avant de chauffer ce dernier, et jusqu'à son refroidissement complet; celle de l'eau, en desséchant le gaz par son passage dans un tube de verre d'un pouce de diamètre, d'un mètre de longueur, rempli de chlorure de calcium; enfin l'action de l'acide carbonique, en lavant le gaz ammoniacal par une dissolution de potasse caustique. A la vérité, le chlorure de calcium laisse au gaz, d'après M. Gay-Lussac, une legère quantité de vapeur, mais cette quantité est tellement faible, qu'elle ne doit pas exercer la moindre influence à cause de la présence d'une grande quantité d'hydrogène fourni par la décomposition du gaz ammoniacal pendant toute la durée de l'expérience : cette durée était ordinairement de 6, 7 et même de 8 heures.

Il est d'ailleurs très-facile de reconnaître si le fer a éprouvé une légère oxidation; car sa surface est alors bleuâtre. Toutes les fois qu'il y a eu la plus légère coloration à la surface du métal, le produit a été remis dans le tube de porcelaine, et soumis de nouveau à l'action du gaz ammoniacal, et je n'ai considéré l'expérience comme bonne, que lorsque le fer a eu la blancheur du platine non poli.

Le fer, ainsi traité par le gaz ammoniacal, devient blanc, cassant et même friable, plus léger, moins altérable à l'air et dans l'eau que le fer ordinaire. Il a conservé sa facile solubilité dans les acides et sa vertu magnétique. La densité de ce métal est quelquefois réduite à 5.

Quelle est la cause du changement qui se manifeste dans les propriétés physiques des métaux exposés à l'action du gaz ammoniacal, à une chaleur rouge? C'est

nécessairement l'union durable ou momentanée du métal avec l'un des élémens de l'ammoniaque. Je dis *momentanée*, parce qu'en effet la combinaison d'un métal avec un corps quelconque déplace les molécules du premier, quelque courte que soit la durée de l'union, et conséquemment en change la constitution. Ainsi j'ai constaté plusieurs fois que le fer et le cuivre augmentaient beancoup de volume sans que le poids augmentât de plus de $\frac{1}{1000}$. Or, d'après toutes les analogies, l'addition d'une aussi faible quantité de matière ne doit pas produire des modifications pareilles à celles qu'on observe dans les expériences dont il est ici question. Ainsi l'acier qui renferme environ $\frac{1}{100}$ de carbone, diffère peu du fer pur par son aspect et par la plupart de ses propriétés physiques. Pour voir jusqu'à quel point la densité et la cohésion d'un métal pur peuvent être altérées par son union momentanée avec un gaz, j'ai oxidé du fer en le chauffant au rouge dans la vapeur d'eau, et je l'ai ramené complètement à l'état métallique par le gaz hydrogène pur à une température trop peu élevée pour en opérer la fusion. Sa force de cohésion était extrêmement affaiblie, et sa densité réduite à 6,18, tandis que celle du fer pur est de 7,79. La perte dans la densité est de $\frac{1}{5}$, quoique le fer ne conserve plus la moindre trace d'oxigène.

Il résulte de là, qu'en supposant qu'on ne trouvât pas d'augmentation de poids, il n'en faudrait pas conclure qu'il n'y a pas eu de combinaison; mais on devrait tirer la conséquence que la combinaison a été détruite à une température à laquelle le métal n'est pas assez chauffé pour entrer en fusion.

Maintenant quelle est la matière dont le métal se saisit, dans ces expériences? est-ce de l'oxigène? est-ce du carbone? est-ce de l'ammoniaque ou l'un de ses élémens?

Pour savoir si ce pouvait être de l'oxigène, j'ai traité à une température rouge, un poids connu de fer ammonié par le gaz hydrogène; ce gaz était desséché avant son arrivée sur le métal, et traversait ensuite un tube plein de chlorure de calcium et pesé avec soin : $7^g,094$ de fer ammonié, se sont réduits à $6^g,585$ de fer pur, c'est-à-dire, qu'ils ont éprouvé une perte de 0,509, et le chlorure de calcium n'a augmenté de poids que de $0^g,05$. Ainsi l'oxigène ne fait pas la $\frac{1}{10}$ partie de la matière qui s'est fixée sur le fer. D'autres expériences ont donné une quantité d'eau beaucoup moindre. Nous ajouterons que l'eau pure à travers laquelle s'échappait le gaz hydrogène, qui servait à la réduction du fer, avait acquis la propriété de verdir le sirop de violette, ce qui prouve qu'il s'était formé de l'ammoniaque. Il est probable, d'après cela, que la substance qui est absorbée est de l'azote.

Les expériences suivantes changent cette probabilité en certitude.

Du fer ammonié, traité par de l'acide sulfurique, a donné du gaz hydrogène mêlé d'azote. Le métal était introduit dans un bocal complètement rempli d'eau acidulée afin d'éviter la correction exigée par la présence de l'air, et qui aurait pu occasioner des erreurs. J'ai trouvé de cette manière jusqu'à 6 d'azote pour 100 du gaz dégagé.

Tous les échantillons de fer qui ont augmenté de poids

par l'action du gaz ammoniacal, ont fourni de l'azote pendant leur dissolution dans les acides.

Je dois faire observer que le volume de gaz dégagé (hydrogène et azote) est moindre que le volume obtenu avec un égal poids de fer pur : ce qui tient à ce qu'il se forme de l'ammoniaque, dont la production est facilitée par la présence de l'acide.

En évaporant la liqueur renfermant l'excès d'acide et le chlorure de fer, et mélangeant le résidu avec de la chaux vive, on en dégage de l'ammoniaque en grande abondance.

Le gaz absorbé ne peut être l'hydrogène ni le gaz ammoniacal ; car, dans le premier cas, le volume de gaz hydrogène dégagé serait plus grand que celui qu'on recueille avec du fer pur. Dans le second cas, il lui serait égal, tandis que nous trouvons qu'il est moindre.

Il n'est pas permis d'attribuer au carbone une partie notable de l'accroissement de poids, puisque le résidu du carbure de fer que laisse le fer pur est sensiblement le même que celui que laisse le fer ammonié. Cependant, comme les résidus diffèrent dans leur aspect, je les examinerai.

Tout ce qui précède est relatif au fer.

Le cuivre est bien plus altéré dans ses propriétés physiques ; la diminution de densité qu'il éprouve peut être de plus de $\frac{1}{3}$, puisque j'ai trouvé cette densité de 5,5 ; il devient plus écailleux, plus poreux, et prend des teintes plus variées ; il est gris, jaune, verdâtre, orangé, rose, pourpre, selon les circonstances : il prend toujours un aspect nacré et cristallin. Malgré une altéra-

tion aussi grande dans ses propriétés physiques, le cuivre retient peu de matières étrangères.

Cependant on est en droit de conclure, de ce qui précède, que le cuivre se combine avec une quantité notable d'azote, mais qu'il abandonne bientôt ce gaz, et que ses molécules restent à une assez grande distance pour que la densité, la cohésion, l'action sur la lumière, soient modifiées : quant au platine et à l'or, ils n'éprouvent aucune altération sensible.

Il est bien démontré, je crois, par ces expériences, que l'altération qu'apporte l'action du gaz ammoniacal dans les propriétés des métaux, tient à la combinaison durable ou instantanée entre l'azote et ces métaux.

A l'époque où M. Thenard faisait ses expériences, on cherchait l'explication des phénomènes qui nous occupent, dans les différences qu'offrent les métaux sous le rapport de leur conductibilité. On était étonné de voir le fer moins bon conducteur que le cuivre, l'argent, l'or et le platine, agir beaucoup plus efficacement que ces quatre métaux pour décomposer le gaz ammoniacal à l'aide de la chaleur. On n'avait alors que l'ordre de conductibilité d'après Ingenhoutz. On voit, par la table des rapports des pouvoirs conducteurs que j'ai eu l'honneur de présenter, il y a quelques années, à l'Académie, que la conductibilité ne joue ici qu'un rôle tout-à-fait secondaire, et que l'affinité du métal pour l'azote a la plus grande part dans le phénomène.

Si on rapproche ces expériences de celles qu'ont faites MM. Gay-Lussac et Thenard sur le potassium et le sodium, on est, en quelque sorte, autorisé à prédire la

manière dont se comporteraient tous les métaux bien caractérisés.

J'ai voulu d'abord m'occuper de la question physique, qui est la plus importante; l'autre n'est qu'une question de détails.

Cependant je me propose de soumettre tous les métaux aux mêmes essais auxquels j'ai soumis le fer, le cuivre, l'or et le platine.

Les expériences que je viens d'avoir l'honneur de présenter à l'Académie font naître une question qui a déjà été débattue, mais qui est restée indécise : je veux parler de la composition élémentaire de l'ammoniaque.

Cette base est-elle analogue aux bases oxidées, c'est-à-dire, est-elle formée d'un métal et d'oxigène, ou, en d'autres termes, l'azote est-il un corps oxidé ?

Sir H. Davy avait d'abord émis cette opinion, à laquelle il était naturellement conduit par l'analogie. M. Berzelius l'adopta, et calcula même la quantité d'oxigène que devaient contenir l'azote et l'hydrogène. Des chimistes, dont l'opinion est sans doute d'un grand poids dans la science, ont rejeté cette opinion, et ont considéré l'azote et l'hydrogène comme des corps simples. Mais des physiciens et des chimistes d'un mérite éminent n'ont pas osé se prononcer d'une manière absolue. Enfin d'autres soutiennent l'hypothèse d'après laquelle l'ammoniaque est analogue par sa composition aux alcalis, la potasse, la soude, etc.

Aussitôt que j'aurai des expériences décisives, j'aurai l'honneur d'en faire connaître les résultats à l'Académie.

Mémoire *sur une analogie qui existe entre la propagation de la lumière et celle de l'électricité, ou sur la constance des effets des courans électriques forcés de traverser des espaces que parcourent déjà d'autres courans électriques.*

Par M. le professeur Etienne Marianini.

(Lu à l'Athénée de Trévise, le 8 mai 1828, et traduit de l'italien sur le manuscrit communiqué par l'auteur.)

Parmi les admirables propriétés dont est douée la lumière, l'une des premières est certainement la rapidité extraordinaire avec laquelle elle se propage; propriété dont la combinaison avec l'extrême subtilité de ses molécules engendre très-probablement cette autre faculté non moins étonnante, en vertu de laquelle ses rayons se croisent dans leur route, sans éprouver la moindre altération. On sait comment, en présentant l'œil à un petit trou devant lequel s'étend un vaste espace où sont disséminés des objets nombreux et variés, on en saisit distinctement la vue. Cette expérience montre clairement de quelle manière, dans un espace extrêmement petit, peuvent se rencontrer un nombre prodigieux de rayons lumineux, sans éprouver une collision sensible. Un phénomène du même genre, et encore plus surprenant, peut être produit au moyen des miroirs concaves. Disposez-en deux réunis, de sorte que leurs axes optiques se coupent réciproquement, et mettez devant l'un des deux un objet quelconque, une boule

rouge, par exemple, dans une situation telle que le miroir en réfléchisse l'image à l'endroit où son axe se rencontre avec l'axe de l'autre miroir. Posez en face du second miroir un objet différent, une boule verte, par exemple, de manière à ce que son image vienne également frapper l'endroit où les axes se croisent. Les choses ainsi préparées, si un observateur, dirigeant son regard vers le premier miroir, en parcourt l'axe, il y apercevra l'image de la boule rouge; qu'il suive ensuite de l'œil l'axe du second miroir, il y apercevra l'image de la boule verte, précisément au même endroit où, dans le premier cas, il voyait la boule rouge. Cette expérience nous rend évidente la manière dont les rayons lumineux provenant de deux objets divers peuvent se croiser réciproquement sans éprouver la moindre altération.

Puisque l'électricité ne le cède point à la lumière en promptitude à se propager, présenterait-elle aussi un phénomène analogue à celui que nous venons de citer?

Comme il n'est pas à ma connaissance que quelqu'un ait fait, d'une pareille induction, l'objet d'une étude particulière; en réfléchissant, d'une autre part, qu'on ne peut aujourd'hui réputer inutile rien de ce qui regarde la science de l'électricité, je n'ai pas envisagé comme un travail infructueux, de m'occuper de quelques expériences ayant pour but de faire connaître si les effets des courans électriques viennent à être altérés quand ils sont obligés de traverser des espaces que parcourent déjà d'autres courans électriques.

1°. Pour commencer par les cas les plus simples, ceux dans lesquels deux courans électriques se croisent

à angle droit, je pris un cube de bois de 3 centimètres de côté, dont quatre faces, parallèles deux à deux, étaient munies, dans leur milieu, d'une vis fixant une plaque de métal rectangulaire, longue de 8 centimètres, et ayant un peu moins de 2 centimètres de largeur. Voulant, dans ma première expérience, mettre en opposition deux courans électriques produits par deux électro-moteurs élémentaires et égaux, j'appliquai contre l'une des faces du cube une lame de zinc, et contre la face opposée une lame pareille de cuivre, et je les fis communiquer en serrant, sous les vis qui les fixaient, les extrémités du fil d'un galvanomètre. Les deux plaques offraient, du même côté du cube, une saillie d'environ 6 centimètres. Ce couple étant plongé, à la profondeur de 5 centimètres, dans l'eau légèrement salée, l'aiguille du galvanomètre dévia de 12°. Aux deux autres faces du cube munies de vis, je fixai aussi d'une manière analogue deux plaques semblables, l'une en zinc, l'autre en cuivre, et je les mis en communication, en serrant sous les vis qui les maintenaient les extrémités d'un fil excitateur. Les quatre plaques débordaient la même base du cube d'une quantité égale. Les choses ainsi disposées, je plongeai les deux couples dans le liquide susdit, et la déviation de l'aiguille fut encore de 12°. On voit, par cette expérience, que l'effet d'un couple électro-moteur sur l'aiguille aimantée n'est point altéré quand le fluide électrique, qu'il fait circuler, est forcé de traverser un liquide que parcourt, dans une direction normale à la sienne, un courant électrique engendré par un couple égal au premier.

Au couple électro-moteur communiquant avec le fil

du galvanomètre, j'en ai substitué un autre beaucoup plus faible, formé, comme le précédent, de deux plaques égales en dimensions aux premières, l'une en étain, l'autre en laiton. J'ôtai le fil excitateur qui mettait en communication les deux autres plaques. Comme dans l'expérience précédente, j'en essayai l'effet électro-magnétique; j'obtins une déviation d'environ 3 degrés. Je rendis le fil excitateur au couple de cuivre et de zinc, je renouvelai l'expérience, l'effet fut le même.

Les résultats qu'on obtint d'autres expériences semblables, dans lesquelles agirent des courans électriques opposés, produits par deux appareils voltaïques élémentaires, de force égale ou différente, en employant des liquides doués d'une faculté conductrice moindre ou plus grande, présentèrent le même fait.

Dans le but de croiser deux courans, produits, l'un par un appareil élémentaire, et l'autre par un appareil composé, j'enlevai au cube les deux plaques de cuivre et de zinc, mises en communication au moyen du fil excitateur; j'y substituai deux plaques pareilles en laiton; je fis communiquer l'une avec le pôle positif et l'autre avec le pôle négatif d'un appareil à couronne de tasses de vingt couples, dans chacun desquels la surface active était d'environ 6 centimètres carrés. L'électro-moteur élémentaire, en communication avec le galvanomètre, était formé de deux plaques, l'une de zinc, l'autre de plomb, adaptées à deux faces opposées du cube, de la manière déjà indiquée. Ayant mis en mouvement les courans électriques en plongeant dans l'eau salée l'extrémité saillante des quatre plaques, l'aiguille du galvanomètre dévia de 10°. Je supprimai les

communications entre les plaques de laiton et les pôles de l'appareil à couronne de tasses ; je rétablis à l'ordinaire la communication du couple de plomb et zinc avec le liquide ; la déviation fut encore la même.

A l'électro-moteur composé de l'expérience que je viens de décrire, j'en substituai un autre, également de vingt couples, dont les plaques avaient une surface presque quadruple. Je répétai l'expérience sans changer l'électro-moteur élémentaire ; j'obtins encore le même résultat.

Je portai l'électro-moteur composé au nombre de cent couples, dans une autre expérience, à 200 ; et néanmoins, en faisant croiser, par ces torrens puissans d'électricité, le très-faible courant engendré par le couple de plomb et zinc, je ne pus altérer les effets de ce dernier courant sur l'aiguille magnétique.

3°. Afin de mettre en opposition les courans électriques de deux électro-moteurs composés, je remplaçai le couple de plomb et zinc par deux autres plaques de laiton, égales à celles dont étaient déjà armées les deux autres faces du cube, et je les mis en communication avec les pôles d'un électro-moteur de dix couples, tandis que la première touchait aussi l'une des extrémités du fil d'un galvanomètre, et que la seconde était réunie à l'autre extrémité de ce même fil ; je produisis la circulation suivant la méthode ordinaire, l'aiguille dévia de 14 deg. Je n'obtins pas un effet différent, lorsque, ayant attendu suffisamment pour que l'appareil eût recouvré l'énergie perdue, je recommençai l'expérience après avoir fait communiquer les deux lames de laiton, appliquées contre les deux autres faces du cube, avec les

pôles d'un autre appareil à couronne de tasses de 10, de 20 ou de 200 couples.

4°. Jusqu'alors j'avais toujours fait circuler en même temps les deux courans qui se coupaient réciproquement ; de là peut-être l'impossibilité de constater l'influence, soit en augmentation, soit en diminution d'action, sur l'aiguille aimantée, exercée par l'un des courans sur l'autre. Pour ce motif, je répétai l'expérience décrite en dernier lieu, en ne développant le courant de l'appareil de 200 couples qu'après que l'aiguille du galvanomètre, mise en mouvement par l'appareil de 10 couples, fût redevenue tout-à-fait immobile ; elle indiquait alors une déviation de 5 degrés. Mais j'eus beau observer avec la plus grande attention l'aiguille aimantée au moment où se manifestait l'action due au second appareil, je n'aperçus point le plus léger mouvement.

J'ai recommencé plusieurs fois cette expérience en opposant, de la manière indiquée, deux courans produits par deux électro-moteurs, qui différaient, ou par la surface des plaques, ou par le nombre des couples, mais toujours avec le même résultat.

5°. Persuadé, par les expériences précédentes, que l'effet d'un courant électrique n'était nullement altéré quand il traversait un liquide que parcourait, dans une direction normale à la sienne, un autre courant électrique différent en quoi que ce soit, je voulus voir si la même chose arrivait aussi quand trois courans électriques se coupaient entre eux à angle droit. Dans ce but, je pris un cube de verre creux, de 3 centimètres de côté ; je fis un trou dans le milieu de chacune de ses

faces ; j'adaptai à l'un de ces trous un bouchon de laiton, laissé mobile afin de pouvoir remplir d'un liquide la capacité intérieure du cube, et je fermai chacun des autres trous d'une petite bande de laiton fixée avec de la cire d'Espagne. Toutes ces bandelettes de laiton, à l'exception du petit bouchon, furent mises en contact avec autant de lamelles de plomb au moyen de quelques petits bouts de laiton. Ayant rempli d'eau le cube, je mis l'une des bandelettes de plomb en communication avec le pôle positif d'un électro-moteur à couronne de tasses de 5 couples, et la bande, qui partait de la face opposée, fut mise en communication avec l'une des extrémités du fil du galvanomètre, tandis que l'autre extrémité communiquait avec le pôle négatif du même électro-moteur ; et l'aiguille dévia de 15 degrés. Ayant supprimé cette circulation, je mis en communication, avec les tasses extrêmes d'un appareil voltaïque de 50 couples, deux autres bandes de plomb tenant à deux faces opposées du cube, en ayant soin de laisser encore pour cela le circuit rompu ; et les bandelettes attenantes à deux autres faces opposées du cube furent plongées dans les tasses extrêmes d'un autre appareil de 50 couples, dans lequel également on n'avait point encore fait circuler le fluide électrique. Les choses étant ainsi préparées, je rétablis la communication avec le fil du galvanomètre dans l'appareil de 5 couples ; en même temps je déterminai les courans électriques dans les deux autres appareils, et l'aiguille dévia de 15 degrés, comme auparavant.

Dans une autre expérience, au lieu de produire les trois courans à la fois, je fis circuler seulement celui de

l'appareil en communication avec le fil du galvanomètre, j'attendis que l'aiguille aimantée cessât d'osciller, sans pour cela rompre le circuit; et, quand je la vis tranquille (la déviation était de 5 degrés), j'établis le circuit électrique dans les deux autres électro-moteurs ; mais l'aiguille, sans faire le plus léger mouvement, conserva sa première position.

Je ne trouvai point de différence aux résultats d'autres expériences dans lesquelles je fis traverser au courant d'un appareil de 5 ou de 25 couples, un liquide où se coupaient à angle droit deux autres courans, mis en mouvement par des appareils de 100 couples.

6°. Afin de pouvoir forcer les courans électriques à se couper sous des angles plus ou moins aigus, en traversant un liquide, je me procurai un tube de verre long de 11 centimètres; le diamètre intérieur avait 1 centimètre : l'une des extrémités était fermée avec une lame de laiton, et l'autre était munie d'un bouchon du même métal. Dans la paroi de ce tube, et dans une direction parallèle à l'axe, on pratiqua trois trous ; le premier était éloigné du deuxième de 2,7 centimètres, et le deuxième du troisième, de la même quantité. Tout-à-fait vis-à-vis ceux-ci, mais de l'autre côté, on en perça trois autres. Nous nommerons les uns *antérieurs*, pour les distinguer des autres que nous désignerons sous le nom de *postérieurs*. Tous ces trous furent bouchés avec de petites lames ou baguettes de laiton, auxquelles, ainsi qu'au bouchon et à la base du tube, furent attachés de petits bouts de plomb pour établir, au besoin, les communications nécessaires avec les pôles des électro-moteurs.

L'appareil étant ainsi disposé, je remplis le tube d'eau salée; je fis communiquer la bande antérieure la plus voisine du bouchon avec le pôle positif d'un électro-moteur de 20 couples, et la bande postérieure la plus rapprochée de la base avec une extrémité du fil du galvanomètre; je mis l'autre extrémité en communication avec le pôle négatif du même électro-moteur : l'aiguille dévia de 15 degrés. Dès que le circuit fut rompu, et que l'aiguille cessa d'osciller, je rétablis cette circulation en même temps que je fis communiquer la bande postérieure la plus rapprochée du bouchon avec le pôle positif d'un autre appareil de 20 couples, et la bande antérieure la plus voisine de la base du tube avec le pôle négatif : l'effet électro-magnétique fut encore le même.

7°. Je forçai le courant qui devait parcourir le fil du galvanomètre à traverser, dans toute sa longueur, le fluide contenu dans le tube, en même temps que deux autres courans électriques se coupaient dans le même fluide sous des angles très-aigus, comme cela avait lieu dans l'expérience précédente, le résultat fut une déviation de 12°; et tel il fut encore, quand je renouvelai cet essai, après avoir suspendu les deux courans dont j'ai parlé.

De ces deux expériences, que j'ai en outre variées de plusieurs manières, concluons donc que deux courans électriques qui se coupent dans un liquide sous des angles très-aigus, ne s'affaiblissent point entre eux, et n'altèrent point l'effet d'un troisième courant qui se croise également avec eux.

8°. Faisant de nouveau parcourir le fil du galvanomètre par l'électricité qui traversait le liquide d'une extrémité à l'autre du tube, je dirigeai en même temps,

au travers du liquide, les trois courans électriques de manière à ce qu'ils fussent tous perpendiculaires à la direction qu'y prenait le courant qui devait agir sur l'aiguille aimantée : dans ce cas encore la déviation fut de 12 degrés.

9°. Avec ce tube, je voulus aussi éprouver si l'action d'un courant électrique sur l'aiguille aimantée s'affaiblissait lorsqu'il passait par un liquide dans lequel se mouvaient parallèlement au premier un ou deux autres courans électriques; mais, attendu le peu d'étendue de liquide à parcourir et la distance quelque peu notable de 2,7 centimètres qui les séparait, je ne crus point ces essais suffisamment décisifs. Je me procurai donc un tube creux en verre, de 5 centimètres de côté, dont l'une des faces était garnie de trois trous munis des bandes métalliques ordinaires, et distans entre eux d'un centimètre; trois autres trous, disposés de la même manière, existaient sur la face opposée. Ayant rempli d'eau ce tube, j'ai pu faire traverser le liquide à trois courans électriques dirigés parallèlement, et dont l'un agissait sur le galvanomètre. Mais, soit que les deux autres courans fussent égaux à ce dernier ou différens, soit qu'ils fussent dirigés dans le même sens que lui, ou dans un sens contraire, la déviation de l'aiguille fut toujours égale à celle qu'on obtenait quand le liquide n'était parcouru que par l'électricité qui affectait l'aiguille aimantée.

Dans de pareilles expériences, il faut faire en sorte que les courans électriques des appareils voltaïques non destinés à agir sur le galvanomètre, ne trouvent pas, dans le conducteur humide qu'ils doivent traverser, un passage plus difficile que celui que leur offre l'électro-

moteur destiné à agir sur le galvanomètre ; autrement, une portion de leur électricité se fait route au travers de l'électro-moteur, et en altère en conséquence les effets.

10°. Jusqu'ici on pourrait encore être incertain si les courans électriques traversant un même conducteur s'altèrent, ou bien s'ils agissent les uns sur les autres de manière à modifier leurs effets, seulement dans la partie où ils courent parallèles à travers un conducteur donné, et non dans les autres parties de ce même conducteur. Pour cela, j'ai voulu essayer de faire parcourir le même fil d'un galvanomètre à deux ou à plusieurs courans électriques. A cette fin, je fixai à l'une des extrémités du fil une lame de plomb oblongue, baignant dans une tasse d'eau ; et dans une autre tasse je mis une seconde lame semblable, liée à l'autre extrémité du fil. Une bandelette de plomb, qui, d'un côté, communiquait avec le pôle positif d'un appareil voltaïque de 25 couples, plongeait dans l'une de ces tasses, et dans l'autre trempait l'extrémité d'une seconde bandelette de même métal, en communication avec le pôle négatif du même électro-moteur. Le résultat fut une déviation de 20 degrés. Le circuit étant rompu, sans déranger pour cela les lamelles de plomb, j'explorai, d'une manière semblable, l'effet d'un second électro-moteur de 50 couples ; j'obtins une déviation de 25 degrés. Je ne suspendis point alors la circulation, et, quand l'aiguille eut cessé d'osciller, la déviation était de 6 degrés. Pour m'assurer si l'électro-moteur de 25 couples produisait encore le même effet, quoique l'electricité de l'appareil de 50 couples parcourût déjà le fil galvanométrique, je tournai la boîte

du galvanomètre, de manière à ce que l'aiguille correspondît encore au zéro de l'échelle; je rétablis ensuite le circuit dans l'appareil de 25 couples, et l'aiguille dévia juste de 20 degrés, comme précédemment.

Dans cette expérience, les deux courans suivaient le fil du galvanomètre dans le même sens. Je le leur ai fait également parcourir dans un sens contraire; et les résultats ne présentèrent de différence que dans l'espèce de déviation qui, au lieu d'être orientale, fut occidentale.

Ayant fait parcourir le fil du galvanomètre aux courans électriques de quatre électro-moteurs de 50 couples chacun, celui de 25 couples produisit encore le même effet.

11°. Dans toutes les expériences décrites jusqu'ici, je me servis, ainsi qu'on l'a vu, du galvanomètre comme de l'instrument avec lequel se reconnaissent le plus facilement les petites différences des effets électriques. Ce n'est point à dire pour cela que j'aie négligé les autres effets dus aux électro-moteurs, tels que les saveurs, les secousses, les tensions électriques, etc.; mais je ne me suis jamais aperçu de quelque différence entre les effets obtenus par un courant électrique traversant un liquide où circulaient d'autres courans, et ceux engendrés par le même courant, lorsqu'une autre électricité ne parcourait point le même conducteur.

12°. Il reste démontré, par les expériences précédentes, que la conductibilité des liquides pour l'électricité n'est point altérée par l'envahissement d'un ou de plusieurs courans de fluide électrique. On trouvera peut-être ces faits plus favorables à la théorie de Franklin

qu'à celle qui considère l'électricité comme composée de deux fluides (1).

Mes vœux seront accomplis, si j'ai démontré que, lorsque deux où plusieurs courans électriques traversent simultanément un conducteur en s'y croisant d'une manière quelconque, qu'ils soient dirigés tous dans le même sens, ou les uns dans une direction opposée à celle des autres; qu'ils soient produits par des électro-

---

(1) Dans l'examen que j'ai fait des causes qui rendent les appareils électro-moteurs construits d'après la méthode de Novellani et de Wollaston, plus énergiques que les autres, examen que j'ai publié dans mon Essai d'expériences électrométriques, j'ai eu l'occasion de connaître un fait qui s'explique bien plus facilement avec la théorie de Franklin qu'avec celle des deux fluides. Il consiste en ce que, si, dans un couple électro-moteur, la plaque électro-négative plonge davantage dans le liquide, l'effet est plus grand que lorsque c'est la plaque électro-positive qui présente le plus de surface mouillée. Qu'il me soit permis d'ajouter ici un autre fait qui vient également à l'appui de la théorie d'un fluide unique. Prenez une feuille d'étain ou d'un autre métal, de 18 ou de 20 centimètres carrés de superficie, terminée, d'un côté, en bandelette étroite ou queue; plongez cette feuille dans un verre d'eau, et que la queue trempe dans un autre. Dans le verre où baigne la bandelette, placez une autre plaque électro-positive, de zinc, par exemple; et, dans l'autre verre, une plaque semblable, mais électro-négative, par exemple, de cuivre. (Ni l'une ni l'autre de ces plaques ne doit toucher la feuille.) Accouplez ensuite, au moyen du fil galvanométrique, la plaque de zinc avec celle de cuivre, et vous obtiendrez une déviation de peu de degrés; mais plongez alors la

moteurs égaux ou inégaux ; l'un de ces courans n'éprouve, par l'action des autres, aucune altération sensible. Nous avons, dans ce fait, si je ne me trompe pas, une analogie nouvelle et remarquable entre la propagation de l'électricité et celle de la lumière.

---

plaque de cuivre dans le verre où baigne la queue, et la plaque de zinc dans l'autre verre, l'effet sera bien plus notable.

Ce serait en vain que je tenterais d'expliquer ce fait à l'aide de la théorie des deux fluides, puisque, si, d'un côté, lorsque la plaque de zinc se trouve dans le verre où plonge la bandelette, le passage est rendu difficile au fluide vitré, et, au contraire, est facilité au fluide résineux ; de l'autre, quand le cuivre remplace le zinc, et ce dernier le cuivre, le passage est rendu difficile à l'électricité résineuse et facile à l'électricité vitrée. Il n'y a donc pas de raison pour que les effets soient différens. Mais, en admettant la théorie d'un fluide unique, on conçoit bien comment, dans le premier cas, le fluide électrique qui se répand, comme en rayonnant, dans le liquide, trouve le passage beaucoup plus difficile que dans le second cas : d'où l'effet électro-magnétique, qui, comme on le sait bien, dépend principalement de la rapidité du courant électrique, doit être moindre dans le premier cas, et plus considérable dans l'autre.

Mémoire *sur l'équilibre et le mouvement des corps solides élastiques et des fluides* (1).

Par M. Poisson.

(Lu à l'Académie des Sciences, le 12 octobre 1829.)
(Extrait.)

Dans les deux Mémoires que j'ai lus à l'Académie, l'un sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques, l'autre sur l'équilibre des fluides, j'ai supposé ces corps formés de molécules disjointes, séparées les unes des autres par des espaces vides de matière pondérable, ainsi que cela a effectivement lieu dans la nature. Jusque-là, dans ce genre de questions, on s'était contenté de considérer les mobiles comme des masses continues, que l'on décomposait en élémens différentiels, et dont on exprimait les attractions et les répulsions par des intégrales définies. Mais ce n'était qu'une approximation, à laquelle il n'est plus permis de s'arrêter, lorsqu'on veut appliquer l'analyse mathématique aux phénomènes qui dépendent de la constitution des corps, et fonder sur la réalité, les lois de leur équilibre et de leur mouvement. En même temps on doit s'attacher à simplifier cette analyse autant qu'il est possible, en conservant au calcul toute la rigueur dont il est susceptible dans ses diverses applications. C'est ce motif qui m'a engagé à reprendre en entier les questions que j'avais

(1) Ce Mémoire fera partie du vingtième Cahier du Journal de l'Ecole polytechnique, actuellement sous presse.

déjà traitées dans les Mémoires précédens. Mes nouvelles recherches ne m'ont conduit à aucun changement dans les résultats ; mais je n'ai rien négligé pour rendre plus simples, et quelquefois plus exactes, les considérations sur lesquelles je m'étais appuyé, surtout dans la partie relative à l'équilibre des fluides.

Je m'étais seulement occupé de leur équilibre, et non de leur mouvement, dans le second de ces Mémoires. Dans celui-ci, j'ai calculé d'une manière nouvelle la pression exercée par les fluides en mouvement : j'ai trouvé que cette pression n'est pas la même en tous sens, comme dans le cas de l'équilibre ; mais à cet égard on doit observer que la propriété de presser également suivant toutes les directions autour de chaque point, n'a été reconnue par l'expérience, que dans les fluides en repos, et que c'est par analogie qu'on l'a étendue aux fluides en mouvement. Or, en réfléchissant sur la constitution intime des fluides, et sur les actions de leurs molécules, auxquelles sont dues les pressions qu'ils exercent, on est conduit à penser qu'il doit exister, sous ce rapport, une différence essentielle entre l'état d'équilibre et l'état de mouvement ; et, par exemple, on peut croire que c'est cette différence qui se manifeste dans le fusil à vapeur, où le fluide exerce à la fois une pression immense sur le projectile et une pression latérale beaucoup moindre sur l'intérieur du canon.

Les équations du mouvement des fluides que j'ai obtenues ne sont pas les mêmes que celles qui se déduisent des équations de l'équilibre, combinées avec le principe de D'Alembert. Elles conviennent également

aux liquides et aux fluides aériformes ; les unes sont relatives à leur intérieur, et les autres à leur surface libre ou en contact avec une paroi solide. On pourra les appliquer au mouvement des fluides contenus dans des tuyaux qui en diminuent la vitesse par l'action des parois sur les molécules voisines. Il sera bon aussi d'avoir égard aux nouveaux termes que j'y ai introduits, dans la comparaison exacte de la vitesse du son observée à l'air libre, avec celle qui se conclut du ton des instrumens à vent, et qui diffère sensiblement de la première, d'après les expériences récentes de M. Dulong. Mais il faudra surtout en tenir compte, lorsqu'il s'agira des vibrations encore plus rapides de l'éther, auxquelles on attribue les phénomènes de la lumière, dans le système des ondes. Ces termes dépendront de la durée de chaque vibration ; et, pour cette raison, leur considération pourra servir à lever une des plus grandes difficultés que présente le système des ondes lumineuses, et qui est relative à l'inégale réfrangibilité des différens rayons. En effet, dans ce système, les couleurs, comme les notes de la gamme, diffèrent entre elles par les nombres de vibrations auxquels elles répondent. Or, les équations ordinaires du mouvement des fluides ne contenant que leur densité et leur force élastique, il était difficile de comprendre comment des ondes ou des rayons de couleurs diverses pouvaient éprouver des effets différens, en passant d'un milieu dans un autre ; mais cette difficulté s'évanouit, si les équations du mouvement renferment, outre les données relatives aux deux fluides successifs, une quantité spéciale pour chaque rayon lumineux. Je me contente maintenant d'indiquer cette considération,

en me réservant de la développer convenablement par la suite. Le but unique que je me suis proposé dans le Mémoire que je présente aujourd'hui à l'Académie, est de former les équations générales de l'équilibre et du mouvement, soit des corps élastiques, soit des liquides et des fluides aériformes, et de les mettre, autant qu'il a dépendu de moi, à l'abri de toute difficulté, afin qu'elles puissent fournir une base certaine aux nombreuses applications dont elles sont susceptibles. J'entreprendrai de faire ces applications avec d'autant plus de confiance, que déjà M. Savart, outre les importans résultats dont il a enrichi la science, a aussi confirmé par ses expériences, ceux que j'avais obtenus dans mon premier Mémoire et dans la Note qui l'avait précédé (1), sur la torsion des verges cylindriques, sur les rapports des tons que rend une même verge, dans ses vibrations transversales, tournantes ou longitudinales, et enfin sur les intervalles compris entre les lignes nodales que présente une plaque circulaire en vibration.

J'ajouterai à ce préambule de mon Mémoire l'exposé suivant des principes dont je suis parti, et des considérations que j'ai employées pour calculer les pressions dues aux actions des molécules dans les corps solides et dans les fluides; d'où il m'a été facile ensuite de conclure les équations différentielles de leur équilibre et de leur mouvement.

Toutes les parties de la matière sont soumises à deux sortes d'actions mutuelles : l'une est attractive, indépen-

---

(1) Tome XXXVI de ces Annales.

dante de la nature des corps, proportionnelle au produit des masses et en raison inverse du carré des distances. Elle s'étend indéfiniment dans l'espace, et produit la pesanteur universelle et tous les phénomènes d'équilibre et de mouvement qui sont du ressort de la *Mécanique céleste*. L'autre est attractive ou répulsive; elle dépend de la nature des particules et de leur quantité de chaleur; son intensité décroît très-rapidement quand la distance augmente, et devient insensible dès que la distance a acquis une grandeur sensible. Le calcul des effets mécaniques de cette seconde force est l'objet général de mon Mémoire.

Les corps sont formés de molécules disjointes, c'est-à-dire, de portions de matière pondérable, d'une grandeur insensible, séparées par des espaces vides, ou des pores dont les dimensions sont aussi imperceptibles à nos sens. Les molécules sont si petites et si rapprochées les unes des autres, qu'une portion d'un corps qui en renferme un nombre extrêmement grand peut encore être supposée extrêmement petite, et la grandeur de son volume, insensible. Cela étant, si d'un point M comme centre et d'un rayon insensible, on décrit une sphère dans l'intérieur d'un corps, qui comprenne un nombre extrêmement grand de ses molécules; si l'on désigne par μ la somme de leurs masses, par ν le volume de la sphère, et qu'on fasse

$$\frac{\mu}{\nu} = \rho,$$

ce rapport ρ est ce qu'on appelle la *densité* du corps au point M, quelles que soient d'ailleurs l'inégalité de masse des molécules et leur distribution régulière ou

irrégulière dans l'étendue de v. De même, en désignant par n le nombre de molécules que v renferme, et faisant

$$\frac{v}{n} = \varepsilon^3,$$

cette ligne ε, de grandeur insensible, sera ce que j'ai appelé l'*intervalle moyen* des molécules qui répond au point M.

Indépendamment de la matière pondérable dont elle est formée, chaque molécule renferme en outre une certaine quantité de la substance impondérable à laquelle on attribue les phénomènes de la chaleur. Cette substance est retenue plus ou moins fortement dans la molécule, par l'attraction de la matière pondérable. Une partie s'en échappe à chaque instant sous forme rayonnante ; une autre partie, provenant du rayonnement des autres particules, est absorbée ou réfléchie à la rencontre de cette molécule. Nous n'avons point à examiner ici les lois et les causes de cet échange continuel, par suite duquel le *calorique*, propre à une même molécule, peut être constant ou variable. Nous dirons seulement que la quantité de calorique contenue dans le vide doit être regardée comme insensible, eu égard à celle qui s'attache aux particules matérielles ; car, d'après une expérience de M. Gay-Lussac, lorsque l'on diminue ou que l'on augmente subitement un espace vide, on ne voit se manifester aucune variation de chaleur, ni dans cet espace, ni dans les corps environnans, contrairement à ce qui arrive, dès que ce même espace contient un peu d'air ou d'un gaz quelconque. Il résulte de là que les forces répulsives que nous considérerons, ne devront

émaner que des points matériels des corps, et nullement des espaces vides qui séparent leurs molécules. Celles-ci peuvent encore renfermer les fluides électriques ou magnétiques; mais nous supposerons qu'ils y sont à l'état neutre, et nous n'aurons égard qu'aux forces moléculaires qui proviennent de l'attraction de la matière pondérable et de la répulsion du calorique.

Cela posé, appelons m et m' les masses de deux molécules voisines, c et c' leurs quantités de calorique, M et M' leurs centres de gravité, r la distance MM', et considérons l'action exercée par m' sur m, laquelle est égale et contraire à la réaction de m sur m'. Supposons d'abord les dimensions de m et m' très-petites par rapport à la distance qui les sépare; l'action dont il s'agit se réduira alors à une force unique, dirigée suivant la droite MM', et dont l'intensité sera une fonction de r que je représenterai par R. En même temps leur répulsion mutuelle sera proportionnelle au produit de c et c', et leur attraction au produit de m et m'. En considérant la force R comme positive ou comme négative, selon qu'elle tendra à augmenter ou à diminuer la distance r, sa valeur sera l'excès de la répulsion sur l'attraction; et si l'on suppose que l'attraction réciproque de la matière et du calorique qui retient celui-ci dans chaque molécule, s'étend au dehors, il faudra retrancher de cet excès, l'attraction du calorique de m' sur la matière de m, et celle de la matière de m' sur le calorique de m; lesquelles forces seront proportionnelles, la première à mc' et la seconde à $m'c$. De cette manière, la valeur complète de R sera

$$R = cc'\gamma - mm'\alpha - mc'\beta - m'c\beta';$$

les coëfficiens γ, α, β, β', étant des quantités positives : le premier sera indépendant de la nature de m et de celle de m', le second dépendra de l'une et de l'autre, le troisième ne dépendra que de la nature de m, et le quatrième de celle de m'.

En réunissant les trois derniers termes de R en un seul, on pourra écrire sa valeur sous cette forme :

$$R = Fr - fr.$$

Chacune des deux fonctions Fr et fr n'aura que des valeurs positives ; ces valeurs décroîtront très-rapidement et sans alternative, à mesure que la variable augmentera ; elles deviendront insensibles, pour toute valeur sensible de r. Pour une certaine valeur de cette distance, on pourra avoir $Fr = fr$ et $R = 0$; le signe de R sera différent en deçà et au-delà, soit que la répulsion Fr l'emporte d'abord sur l'attraction fr, et qu'elle décroisse ensuite plus rapidement, soit que le contraire ait lieu à l'égard de ces deux forces ; et l'on verra ci-après que ces deux cas se présentent effectivement dans la nature.

Lorsque les molécules m et m' ne seront pas assez éloignées l'une de l'autre, pour que leur forme n'ait aucune influence sensible sur leur action mutuelle, l'action de m' sur m ne sera plus dirigée nécessairement suivant la droite MM', et il pourra même arriver qu'elle ne se réduise pas à une seule force. Ses composantes seront toujours des fonctions de r, qui n'auront de valeurs sensibles que pour des valeurs insensibles de cette variable ; mais elles dépendront, en outre, des angles qui déterminent la direction de la droite MM', par

rapport à des sections fixes dans l'intérieur de m et m' ; en sorte qu'elles varieront, si l'une des molécules vient à tourner autour de l'autre ou sur elle-même, sans que la distance MM' de leurs centres de gravité ait changée. Ce cas général est celui qui a lieu dans les corps solides ; le cas particulier dans lequel l'action moléculaire se réduit à la force R, est celui des fluides, ainsi qu'il résulte, comme on l'expliquera plus bas, de la parfaite mobilité de leurs parties.

Dans tous les cas, nous supposerons que la sphère d'activité de chaque point d'un corps, quoique son rayon soit insensible, comprend néanmoins un nombre extrêmement grand de molécules. Cette hypothèse, la seule que j'aie faite dans mon nouveau Mémoire, sera sans doute admise par les physiciens, comme étant conforme à la nature. Elle m'a permis d'exprimer les résultantes des actions des molécules dans l'intérieur des corps, en fonctions des coordonnées de leurs différens points, lors même que les molécules sont disposées et distribuées sans aucune régularité, dans l'étendue de leur sphère d'activité ; ce qu'on doit supposer, en effet, à l'égard des corps qui ne sont pas cristallisés.

Il suit de là que, si l'on considère deux parties A et B d'un corps non cristallisé, qui soient d'une étendue insensible, mais dont chacune comprenne cependant un nombre extrêmement grand de molécules, et qu'on veuille déterminer l'action totale de A sur B, on pourra supposer, dans ce calcul, que l'action mutuelle de deux molécules puisse se réduire, comme dans le cas des fluides, à une force R, dirigée suivant la droite qui

joint leurs centres de gravité M et M', et dont l'intensité ne sera fonction que de la distance MM'. En effet, quelle que soit cette action, on peut la remplacer par une semblable force, qui sera la moyenne des actions de tous les points de m sur tous ceux de m', et que l'on combinera avec une autre force R', ou, si cela est nécessaire, avec deux autres forces R' et R'', dépendantes de la disposition respective des deux molécules. Or, cette disposition n'ayant, par hypothèse, aucune sorte de régularité, et les nombres de molécules de A et B étant extrêmement grands et comme infinis, on conçoit que toutes les forces R' et R'' se compenseront sans altérer l'action totale de A sur B, qui ne dépendra par conséquent que des seules forces R. Il faut d'ailleurs ajouter que pour un même accroissement dans la distance, l'intensité des forces R' et R'' diminuent plus rapidement, en général, que celle des forces R; ce qui contribuera encore à faire disparaître l'influence des premières forces sur l'action mutuelle de A et B.

Mais il n'en sera plus de même, lorsqu'il s'agira d'un corps cristallisé, où les molécules seront disposées symétriquement les unes par rapport aux autres, et distribuées avec régularité dans chaque partie qui en contient un très-grand nombre.

Dans mon Mémoire sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques, cité au commencement de celui-ci, je me suis borné à considérer les corps homogènes et non cristallisés; mais il était facile de voir ce que deviendraient les équations de l'équilibre et du mouvement, dans le cas le plus général. En faisant une énumération complète des coëfficiens dépendans de la nature du corps que

ces équations doivent renfermer, on trouve que leur nombre ne peut pas être réduit à moins de 36, sans restreindre la généralité de la question. Je me suis dispensé de les écrire à cause de leur complication et du peu d'usage dont elles peuvent être; mais on trouvera dans mon nouveau Mémoire un exemple complet du calcul des pressions moléculaires dans un corps cristallisé, dont les molécules sont disposées suivant un mode donné par hypothèse.

En général, si l'on considère les corps comme des masses continues, et qu'on les décompose en élémens différentiels, les composantes de la pression sur un plan passant par un point intérieur M, seront exprimées par des intégrales sextuples qu'on pourra réduire à des intégrales triples, et la valeur de chaque force sera proportionnelle au carré de la densité, puisqu'elle proviendra de l'action exercée par tous les points d'une partie du corps située d'un côté du plan sur tous les points d'une autre partie située du côté opposé. Si le point M est placé à une distance insensible de la surface, la pression sur un plan perpendiculaire à la normale, fera équilibre à la pression extérieure; par conséquent, si l'on désigne celle-ci par H, on aura

$$H = h\rho^2 :$$

ρ étant la densité au point M, et h un coëfficient dépendant de la nature du corps et de la quantité de chaleur de ses molécules, mais indépendant de son degré de compression. Augmentons la pression H, et supposons qu'elle devienne $H + H'$. Supposons aussi qu'on empêche la chaleur de se dissiper, ou qu'on rende

aux molécules du corps la chaleur que la compression leur ferait perdre. La densité ρ variera : nous représenterons par $\rho(1+\delta)$ ce qu'elle deviendra ; mais le coëfficient δ ne changera pas, et nous aurons

$$H+H'=(1+\delta)^2 h\rho^2 ;$$

d'où l'on conclut

$$H'=(2\delta+\delta^2)H.$$

Or, dans les corps solides et dans les liquides, la contraction est très-petite pour une très-grande augmentation de la pression extérieure ; δ est donc une très-petite fraction, quoique H' soit un très-grand multiple de H ; ce qui rend l'équation précédente impossible. Dans les fluides aériformes, les variations de la densité sont considérables ; et il n'est pas impossible, *à priori*, que la pression y soit proportionnelle au carré de la densité, quand la quantité de chaleur reste la même ; mais l'expérience prouve que cette relation n'a pas lieu dans la nature. En effet, le cas d'une quantité constante de chaleur est celui des condensations et dilatations alternatives qui accompagnent les vibrations sonores et sont si rapides que la chaleur des molécules de l'air n'a pas le temps de se dissiper. Or, on sait que la vitesse du son observée exige que, dans ces variations de densité, la force élastique de l'air ou la pression qui lui sert de mesure, croisse ou diminue plus rapidement que la densité, mais dans un rapport moindre que sa seconde puissance. A la vérité, pour expliquer comment la force élastique varie dans ce phénomène, moins rapidement que le carré de la densité, on suppose que pendant la durée de chaque vibration de l'air, une

partie de la chaleur de ses molécules perd sa force répulsive et devient ce qu'on appelle *chaleur latente*, dont on détermine la quantité d'après la vitesse du son à laquelle on veut satisfaire (1). Mais la supposition que les particules d'une substance matérielle perdent et reprennent, suivant qu'on en a besoin, leur action mutuelle est trop vague pour continuer d'être admise dans la théorie de la chaleur ; et l'explication que nous citons, n'a sans doute été donnée que parce qu'on regardait comme nécessaire la loi de pression proportionnelle au carré de la densité, dans le cas où la quantité de chaleur ne varie pas (2).

Maintenant, en calculant les pressions moléculaires, si l'on a égard aux espaces vides qui séparent les molé-

---

(1) *Mécanique céleste*, tome v, page 121.

(2) On ne saurait admettre qu'il y ait, dans le calorique qui s'attache aux molécules des corps, deux parties distinctes, dont l'une soit douée d'une force répulsive, et l'autre en soit privée, et qui peuvent la perdre ou la retrouver sans qu'on sache ni pourquoi ni comment. Cette force est inhérente aux particules du calorique, et ne peut changer qu'avec leur nombre et leur distance. Chaque molécule d'un corps émet continuellement de la chaleur, qui s'en échappe sous forme rayonnante, et qui en est détachée par l'action répulsive du calorique appartenant aux molécules environnantes et comprises dans une étendue insensible. Une partie de cette chaleur rayonnante est reçue par le thermomètre en contact avec la surface, s'il s'agit d'un solide, ou plongé dans son intérieur, s'il s'agit d'un liquide ou d'un gaz. Réciproquement, le thermomètre émet de la chaleur au dehors. S'il

cules, la pression s'exprimera par une somme qui ne se réduira pas nécessairement à une intégrale. Dans la supposition que les intervalles des molécules sont très-petits par rapport à leur rayon d'activité, on pourra toujours concevoir la valeur de cette somme réduite en série très-convergente, qui procédera suivant les puissances croissantes de l'intervalle moyen, ou, ce qui est la même chose, suivant les puissances décroissantes de la racine cubique de la densité, et dont le premier terme sera la pression qui aurait lieu dans le cas d'une masse continue. J'ai donné, dans ce Mémoire, plusieurs exemples de cette réduction, au moyen de la formule connue d'Euler, pour exprimer les sommes en séries de coëfficiens différentiels, excepté le premier terme qui est une intégrale; formule qu'il a été facile d'étendre à

---

en perd à chaque instant autant qu'il en absorbe, il n'éprouve aucune variation de volume, et l'on dit alors qu'il est en équilibre de température avec le corps auquel on le compare. La température d'un corps, mesurée par les degrés du thermomètre, n'est donc autre chose que l'indication du rayonnement de ce corps. C'est un résultat composé qui dépend de la quantité de chaleur de ses molécules et de leur rapprochement plus ou moins considérable; quand l'une de ces données varie seule, la température doit aussi changer; mais quand elles varient toutes deux à la fois, c'est-à-dire, quand on introduit ou qu'on enlève de la chaleur, et qu'en même temps le corps se dilate ou se condense, il peut arriver que la température reste la même, sans que l'on soit en droit d'en conclure qu'une portion du calorique a perdu sa force répulsive. Nous reviendrons sur ce sujet dans une autre occasion.

des sommes multiples, comme celles dont les pressions dépendent. Il en résulte que, dans le cas où la pression est la même en tous sens autour du point M, sa valeur est de la forme :

$$a\rho^2 + b\rho^{\frac{2}{3}} + c + d\rho^{-\frac{2}{3}} + \text{etc.},$$

relativement à la densité du corps. Les termes de cette série, à partir du troisième, paraissent devoir être insensibles et négligeables par rapport au second ; mais la valeur de celui-ci peut être comparable à celle du premier terme, à cause que l'action moléculaire provient de deux forces qui agissent en sens contraires, et parce que cette action change de signe dans l'étendue de ses valeurs sensibles, Il est facile d'en imaginer beaucoup d'exemples ; et ceux que l'on trouvera dans mon Mémoire ne peuvent laisser aucun doute sur ce point. Ainsi, dans les corps solides non cristallisés, dans les liquides et dans les gaz, si l'on appelle p la pression égale en tous sens qui répond à la densité ρ, il y a lieu de croire qu'on a

$$p = a\rho^2 + b\rho^{\frac{2}{3}};$$

a et b étant des coëfficiens qui ne dépendront que de la matière du corps et de sa quantité de chaleur, en sorte que, pour un même corps, si la densité vient à changer de manière que la quantité de chaleur ne varie pas, ces coëfficiens ne varieront pas non plus ; et, au contraire, si la densité reste la même, et que la température vienne à changer, a et b pourront rester constans ou varier suivant une loi qui ne nous est pas connue.

Les corps solides et les liquides pouvant conserver leur état sans le secours d'aucune pression extérieure,

il faut que la valeur de p puisse être nulle pour une valeur convenable de ρ, ce qui exige que les coëfficiens a et b soient de signes contraires. En désignant par α cette valeur particulière de la densité, et supposant que ρ devienne $\alpha(1+\beta)$ pour une pression donnée P, β étant une fraction très-petite dont on négligera le carré, on aura

$$a = \frac{3P}{4\alpha^2\beta}, \quad b = \frac{-3P}{4\alpha^{\frac{2}{3}}\beta},$$

où l'on voit que le coëfficient a sera postif, et que les valeurs absolues des deux termes de la pression seront très-grandes par rapport à leur différence. Dans les gaz, les coëfficiens a et b pourront être de même signe; et l'expérience prouve que b est positif dans le cas de l'air à la température ordinaire.

En effet, si l'on combine l'expression de p avec les lois de Mariotte et de M. Gay-Lussac, qui sont des données certaines de l'observation (1), on trouve

$$\gamma = 2 - \frac{4b}{3k^{\frac{2}{3}}(1+\omega\theta)^{\frac{2}{3}}p^{\frac{1}{3}}};$$

---

(1) D'après ces deux lois, on a, comme on sait, dans un gaz quelconque,

$$p = k\rho(1+\omega\theta); \quad (1)$$

le coëfficient k ne dépendant que de la nature du fluide. Soit q la quantité de chaleur contenue dans un gramme de de ce gaz; et considérons q comme une fonction inconnue de la densité ρ et de la pression p. Désignons par i l'accroissement de température qui aura lieu, soit quand q deviendra $q+c$, la pression p ne changeant pas, soit quand q de-

γ désignant le rapport de la chaleur spécifique d'un poids donné d'air sous une pression constante, à sa cha-

---

viendra $q + c'$, la densité ρ restant la même; en supposant i très-petit, nous aurons :

$$c = \frac{dq}{d\rho}\,\frac{d\rho}{d\theta}\,i, \quad c' = \frac{dq}{dp}\,\frac{dp}{d\theta}\,i,$$

et, en vertu de l'équation (1),

$$\frac{d\rho}{d\theta} = \frac{-\rho\omega}{1+\omega\theta}, \quad \frac{dp}{d\theta} = \frac{p\omega}{1+\omega\theta};$$

d'où l'on conclut :

$$\rho\,\frac{dq}{d\rho} + p\gamma\,\frac{dq}{dp} = 0, \qquad (2)$$

à cause de $c = c'\gamma$.

Maintenant supposons que p et ρ deviennent $p + p'$ et $\rho + \rho'$, sans que la quantité de chaleur q augmente ni ne diminue; p' et ρ' étant infiniment petits, on aura :

$$\rho'\,\frac{dq}{d\rho} + p'\,\frac{dq}{dp} = 0;$$

de plus, en différenciant l'équation $p = a\rho^2 + b\rho^{\frac{2}{3}}$, qui a lieu dans ce cas, il vient :

$$p' = 2\left(a\rho + \tfrac{1}{3}b\rho^{-\frac{1}{3}}\right)\rho' = 2\left(p - \tfrac{2}{3}b\rho^{\frac{2}{3}}\right)\frac{\rho'}{\rho};$$

on aura par conséquent :

$$\rho\,\frac{dq}{d\rho} + 2\left(p - \tfrac{2}{3}b\rho^{\frac{2}{3}}\right)\frac{dq}{dp} = 0,$$

et, en vertu de l'équation (2),

$$p = 2\left(1 - \frac{2b\rho^{\frac{2}{3}}}{3p}\right) = 2 - \frac{4b}{3k^{\frac{2}{3}}(1+\omega\theta)^{\frac{2}{3}}p^{\frac{1}{3}}}.$$

leur spécifique sous un volume constant ; θ représentant la température, α le coëfficient de la dilatation des gaz, et k le rapport de la pression à la densité qui répondent à $\theta = 0$ dans le fluide. Il est évident que γ doit surpasser l'unité ; car il faut sans doute une plus grande quantité de chaleur pour élever la température de l'air en le dilatant que sans changer son volume. La vitesse du son observée, dont $\sqrt{\gamma}$ est un facteur, prouve que γ doit être moindre que 2, et à peu près égal à $\frac{4}{3}$; il faut donc que b soit positif, comme nous l'avons dit. Pour un poids donné d'un même fluide, ce coëfficient b dépendra uniquement de la quantité de chaleur ; sa valeur changera, si l'on fait varier seulement la pression p ou la température θ ; il demeurera constant, si ces deux quantités varient en même temps, de manière que la quantité de chaleur reste la même ; et alors la différence $2 - \gamma$ variera en raison inverse de la racine cubique du produit $p(1 + \omega\theta)^2$.

On verra, dans mon Mémoire que le coëfficient b doit être positif ou négatif, suivant que la fonction de la distance qui exprime l'excès de l'attraction de deux molécules sur la répulsion de leur calorique, est positive ou négative quand cette distance est nulle. D'ailleurs, pour que le second terme de la pression puisse avoir une valeur comparable à celle du premier, il est nécessaire que cette fonction change de signe dans l'étendue de ses valeurs sensibles, ainsi que je l'ai dit plus haut ; si donc l'attraction l'emporte d'abord sur la répulsion, il faudra que la première force décroisse plus rapidement que la seconde, *et vice versâ* ; par conséquent, dans les corps solides et les liquides, l'attraction mutuelle des

molécules s'étend plus loin que la répulsion calorifique, et la première peut encore être sensible à des distances où la seconde a tout-à-fait disparu ; mais, au contraire, dans l'air atmosphérique, et probablement dans tous les gaz, la théorie exige que l'attraction l'emporte d'abord sur la répulsion, pour décroître ensuite plus rapidement, et devenir insensible à des distances où la répulsion a encore lieu. Sur ce point, il convient de rectifier l'opinion que j'avais adoptée à la fin du n° 16 de mon Mémoire sur l'équilibre des fluides, et dans la suite de ce Mémoire. On devra aussi se rappeler que nous comprenons dans l'attraction de deux molécules, non-seulement l'action mutuelle de la matière pondérable, mais encore l'action de la matière de l'une sur le calorique de l'autre.

Avant de calculer les pressions dans les fluides en repos ou en mouvement, je me suis attaché à faire ressortir toutes les différences qui existent entre ces corps et les solides. Voici ce que j'ai dit à ce sujet :

Lorsque la forme d'un corps solide est changée, et que ses molécules sont déplacées par des forces quelconques, agissant dans son intérieur ou à sa surface, tous les points matériels qui étaient primitivement situés sur une même ligne droite, d'une longeur insensible, sont encore en ligne droite après leurs déplacemens. Si M et M' sont les centres de gravité de deux molécules extrêmement rapprochées l'une de l'autre, la droite MM' rencontre la même série de molécules dans les deux états successifs du corps ; par conséquent, l'augmentation ou la diminution de longueur qu'elle subit, comparée à sa longueur primitive, fait connaître la dilatation ou la contraction linéaire du corps suivant

la direction MM'. Il arrive, en général, que la contraction, positive ou négative, est différente en différens sens autour d'un même point M, et qu'il y a même dilatation dans un sens et contraction dans une autre direction. En même temps, la pression exercée sur un plan passant par le point M, varie avec la direction de ce plan; mais, dans le cas particulier où la contraction linéaire est la même en tous sens, la pression est aussi la même et normale au plan sur lequel elle s'exerce; et réciproquement, la pression ne peut être normale et constante autour du point M, sans que la contraction linéaire ne soit aussi la même et de même signe, suivant toutes les directions autour de ce point. Ces propositions sont démontrées dans mon Mémoire.

Il n'en est plus ainsi relativement aux fluides. Lorsque les molécules d'un fluide homogène ou hétérogène, sont sollicitées par des forces données, ou qu'une pression est exercée à la surface, il se comprime ou se dilate également en tous sens autour de chacun de ses points. Une droite MM', aussi petite qu'on voudra, qui joint deux points du fluide, ne rencontre plus les mêmes molécules avant et après l'application de ces forces. Une partie des molécules qu'elle traversait d'abord reste sur cette droite; une autre partie s'en écarte de différens côtés, et d'autres molécules viennent s'y ranger; d'où il résulte que l'allongement ou le raccourcissement de la droite MM' ne peut pas faire connaître la dilatation ou la contraction linéaire du fluide suivant sa direction, et qu'il est même possible que le fluide change de forme, sans qu'il y ait contraction ou dilatation dans aucune de ces parties, ce qui

n'a jamais lieu à l'égard des corps solides. Après les déplacemens de ses molécules, un fluide se trouve donc constitué autour de chaque point M, comme il l'était auparavant; et l'on doit se représenter les molécules comprises dans la sphère d'activité de M, comme un système qui reste semblable à lui-même, et qui est seulement construit sur une plus petite ou sur une plus grande échelle, en considérant toutefois ce système dans son état moyen, abstraction faite des irrégularités de la distribution des molécules dont il est composé. D'un point M à un autre, la contraction ou la dilatation, égale en tous sens, varie d'ailleurs, dans l'intérieur du fluide, suivant des lois dépendantes de sa nature et des forces qui lui sont appliquées; ou, autrement dit, leur intervalle moyen, tel qu'il a été défini précédemment, est une fonction des coordonnées du point M auquel il répond, qui dépend de la nature du fluide dans son état naturel, et se change ensuite en une autre fonction, dont la forme résulte de la nature du fluide et des forces données en fonctions de ces mêmes coordonnées.

Les fluides jouissant de la propriété de se contracter ou de se dilater également en tous sens autour de chacun de leurs points, il s'ensuit que la pression est aussi la même sur tous les plans passant par un point intérieur, et normale à chacun de ces plans, du moins quand on néglige les variations de la matière du fluide et de l'intervalle moyen de ses molécules, dans l'étendue de leur sphère d'activité. Ainsi qu'on vient de le dire, ces deux propriétés sont intimement liées l'une à l'autre; et la seconde ne peut s'observer, sans que la première n'ait lieu en même temps. Le principe de l'égalité de pression

en tous sens étant regardé comme un fait d'expérience, que l'on a pris jusqu'à présent pour base de l'*hydrostatique*, nous pourrions aussi considérer la propriété des fluides, de se reconstituer toujours semblablement à eux-mêmes autour de chaque point, comme une donnée ou une conséquence nécessaire de l'observation ; mais il est bon de se rendre raison, *à priori*, de cette propriété fondamentale des fluides, qui les distingue essentiellement des corps solides.

La propriété dont il s'agit peut être attribuée à la parfaite mobilité des molécules, résultant de ce qu'elles sont sphériques, ou assez éloignées les unes des autres pour que leur forme n'ait aucune influence sensible sur leur action mutuelle, ni par conséquent sur leur arrangement dans l'étendue de la sphère d'activité moléculaire. On conçoit, en effet, que, dans cette hypothèse, si l'on exerce une pression quelconque à la surface d'un fluide, il ne pourra pas arriver qu'il se contracte inégalement en des sens différens ; car il n'y aurait aucune cause particulière qui pût retenir les molécules dans les directions où elles seraient le plus resserrées ; et si des contractions inégales avaient lieu, ce ne pourrait être qu'un état d'équilibre instable, qu'on doit regarder comme physiquement impossible. Au contraire, si le fluide est d'abord dans un état d'équilibre subsistant, et qu'on y applique de nouvelles forces quelconques, il est évident que le second état d'équilibre, auquel il parviendra pour obéir à ces forces, sera stable comme l'état primitif, si le nouvel arrangement de ses molécules autour de chaque point, est semblable à celui qui avait lieu auparavant, ainsi qu'on vient de l'expliquer.

Ce raisonnement convient également à l'intérieur du fluide et à la couche superficielle qui le termine, pourvu qu'elle ne soit pas en contact avec un corps solide et adhérente à sa surface. Ainsi, dans cette couche dont l'épaisseur est comparable au rayon d'activité moléculaire, et où la compression varie très-rapidement et n'est pas la même qu'à une profondeur sensible, si l'on considère un point *M* dont la distance à la surface extérieure soit une aussi petite partie qu'on voudra de son épaisseur totale, mais néanmoins très-grande eu égard aux intervalles des molécules, la dilatation ou la contraction linéaire sera égale en tous sens autour de *M*, comme autour de tout autre point situé dans l'intérieur du fluide.

Dans les corps solides, cristallisés ou non, la cause particulière qui retient les molécules sur les directions où elles sont plus ou moins resserrées, ne peut être que la partie de leur action qui dépend de leur forme et de leur situation relative. Si l'on écarte les molécules par une addition de calorique, cette force secondaire diminue, en général, plus rapidement que l'autre partie de leur action mutuelle : son effet peut devenir insensible, et le corps passe alors à l'état fluide. Dans les corps qui ne sont pas élastiques, c'est sans doute cette même force secondaire qui maintient les molécules dans les positions où des forces étrangères les ont amenées, et chaque corps, sous la forme qu'elles lui ont fait prendre, après même que ces forces ont cessé d'agir. Quoi qu'il en soit, la force secondaire dont il est question est nécessaire à la stabilité de l'équilibre des molécules dans les corps solides ; ce qui n'empêche pas qu'on n'en puisse faire

abstraction, comme on l'a expliqué plus haut, dans le cas des corps non cristallisés, lorsqu'il s'agit de calculer l'action mutuelle de deux parties, de grandeurs insensibles, qui comprennent cependant des nombres extrêmement grands de molécules.

Si un fluide est en contact avec un corps solide, susceptible d'agir sur ses molécules, cette action produira une compression particulière qui pourra se transmettre de proche en proche jusqu'à une distance extrêmement petite, mais sensible, de la surface du solide, quoique l'action immédiate de ce corps n'ait lieu qu'à des distances insensibles. Il se peut que dans l'épaisseur de cette couche, ainsi comprimée, le fluide perde sa fluidité; ou, autrement dit, il est possible que ses molécules soient assez rapprochées les unes des autres, pour que leur force influe sur leur action mutuelle, comme dans les corps solides. Dans cette hypothèse, la contraction linéaire et, par suite, la pression moléculaire n'y seront plus égales en tous sens autour de chaque point; et c'est sans doute ce qui a lieu dans la couche extrêmement mince, qui s'attache à un corps mouillé par un liquide et ne coule plus le long de sa surface; ce qui est un effet distinct de l'adhésion apparente, due à la même cause que les phénomènes de la capillarité.

D'après les différences essentielles entre les fluides et les solides que nous venons de signaler, on conçoit que le problème de l'équilibre n'est pas le même pour ces deux espèces de corps. Dans le cas des corps solides, il y a trois inconnues qui sont les déplacemens de chaque point intérieur, suivant trois directions rectangulaires; et, au moyen de ces inconnues, on pourra satisfaire aux

trois équations d'équilibre communes à tous les points du corps, quelles que soient les forces données qui leur sont appliquées. Les valeurs de ces déplacemens, en fonctions des coordonnées primitives du point M auquel ils répondent, feront connaître la position subséquente de ce même point M, considéré isolément. Mais, dans le cas des fluides, on voit, par ce qui précède, qu'il n'y aura pas lieu de déterminer le changement de position de chaque molécule isolée : il n'y aura qu'une seule inconnue, savoir, l'intervalle moyen des molécules, pour satisfaire aux trois équations d'équilibre relatives à l'intérieur du fluide ; et, pour cette raison, l'équilibre ne sera pas possible, à moins que les forces données en fonctions des coordonnées d'un point quelconque ne soient telles que ces trois équations se réduisent à une seule ; ce qui restreint la généralité de ces fonctions.

Le problème du mouvement est aussi très-différent dans ces deux cas. Lorsqu'il s'agit d'un corps solide, les équations différentielles du mouvement de ses molécules se déduisent immédiatement de celles de l'équilibre, par le principe général de la dynamique. Mais, relativement aux fluides, il faut avoir égard à une circonstance qui ne peut influer que sur leur mouvement, et nullement sur leur équilibre.

En effet, lorsque les molécules d'un fluide se déplacent, elles emploient un certain temps, quelque petit qu'on le suppose, pour parvenir, autour de chaque point, à une disposition semblable à leur arrangement primitif, et pour exercer de nouveau une pression égale en tous sens. Pendant ce très-court intervalle de temps,

qui peut être néanmoins très-différent pour les différens fluides, la pression n'est pas nécessairement la même suivant toutes les directions; toutefois il serait impossible de s'en apercevoir dans l'état d'équilibre qui ne s'observe qu'après que cet intervalle de temps est écoulé. Mais, dans le cas du mouvement, la position respective des molécules changeant sans cesse, on comprend que la considération du temps dont il s'agit peut donner lieu à une modification dans le principe de l'égalité de pression en tous sens, et dans la forme des équations différentielles qui s'en déduisent. C'est ce qui arrive en effet; et c'est à cette circonstance que sont dus les nouveaux termes que j'ai introduits dans les équations générales du mouvement des fluides. On ne doit pas confondre l'effet que je viens d'indiquer avec la *viscosité* des fluides imparfaits. L'effet dont il est question peut avoir lieu dans les liquides qui n'ont aucune viscosité sensible, et même dans les fluides aériformes, où il est surtout nécessaire d'y avoir égard, lorsque leurs vibrations deviennent extrêmement rapides. La viscosité est ce qui empêche les liquides où elle existe, d'exercer, après un intervalle de temps plus ou moins court, une pression égale en tous sens; on peut l'attribuer à une influence de la forme des molécules sur leur action mutuelle, et regarder les fluides visqueux, comme une sorte d'intermédiaire entre les corps solides et les fluides parfaits qui sont les seuls fluides dont je me suis occupé dans ce Mémoire.

En calculant la pression due à l'action moléculaire dans un fluide, j'ai dû avoir égard aux variations, soit de la matière du fluide, soit de l'intervalle moyen de ses

molécules, dans l'étendue de leur sphère d'activité; car les termes qui en résultent ne sont point insensibles : ils sont du même ordre de grandeur que la partie de la pression qui dépend de la courbure des surfaces, et à laquelle sont dus, comme on sait, les phénomènes de la capillarité. En tenant compte de ces variations et de la forme de la surface, la pression dans l'intérieur d'un fluide en équilibre se compose de deux parties, l'une normale à la surface pressée et égale en tous sens autour d'un même point, l'autre qui n'est ni normale à cette surface, ni indépendante de sa direction. On prouve, par une analyse assez délicate, que les composantes de la seconde partie, agissant sur une portion du fluide de forme quelconque, se détruisent sans le secours d'aucune autre force; en sorte que, pour obtenir les équations d'équilibre, relatives à l'intérieur d'un fluide, il suffit de considérer, ainsi qu'on le fait ordinairement, la pression normale et égale en tous sens, et les forces étrangères et données qui agissent sur toutes ses molécules. A cet égard, je n'ai fait que répéter ce qui se trouvait déjà dans mon précédent Mémoire sur l'équilibre des fluides.

Recherches *sur la Bile.*

Par Mr Henri Braconnot,
Correspondant de l'Institut.

La bile, en raison du rôle important qu'elle joue dans l'économie animale, est un des liquides animaux sur

lesquels on a le plus travaillé; mais, malgré le nombre et l'habileté des chimistes qui s'en sont occupés, il faut convenir que nos connaissances sur cette humeur sont encore bien imparfaites.

Les anciens médecins auxquels il importait tant de bien connaître la bile, la considéraient comme un savon, et ses propriétés alcalines et détersives étaient bien propres à justifier cette opinion que je trouve exacte, quoiqu'elle n'ait point été admise par plusieurs chimistes célèbres de notre époque, tels que MM. Fourcroy, Thenard, Berzelius (1).

Dans les essais que je vais présenter, je n'examinerai que la matière qui constitue essentiellement la bile de bœuf, c'est-à-dire, le picromel, et je négligerai les autres principes qui paraissent suffisamment connus.

Du Picromel de bœuf.

Le picromel, admis au nombre des principes immédiats neutres des animaux, m'a paru se comporter comme un acide faible saturant jusqu'à un certain point les alcalis, et formé de plusieurs substances liées entre elles par une puissante affinité. C'est d'après cette manière de l'envisager que j'ai tenté sur lui plusieurs expériences qui m'ont conduit à en séparer les principes suivans.

De la matière grasse du Picromel de bœuf.

Il m'a été facile de constater la présence de cette matière dans le picromel, en le faisant dissoudre à chaud

(1) *Annales de Chimie*, t. LXXI, p. 220.

dans une petite quantité d'alcool pour lui donner une consistance mielleuse, et en l'agitant ensuite avec de l'éther, qui s'est chargé d'une matière grasse, acide, ayant la consistance de l'axonge. Comprimée dans du papier gris, elle a été partagée en deux corps distincts, l'un très-blanc, plus dur que la cire, pulvérulent, soluble en toutes proportions dans l'alcool chaud, cristallisant en aiguilles fines, soyeuses, entrelacées, et fusibles à environ 60° centig.; c'était évidemment de l'acide margarique. La matière huileuse dont le papier gris était imprégné a été enlevée très-facilement avec de l'eau rendue alcaline par un peu d'ammoniaque, et la liqueur chauffée avec un acide a abandonné de l'acide oléique fusible à la température de l'air ambiant, d'un jaune brunâtre, et d'une odeur de bile assez remarquable. Il est manifeste que ces deux corps gras étaient, dans la bile, combinés, du moins en partie, avec la soude et à l'état de véritable savon, et il est inutile de faire observer qu'ils ne sont point dus à la réaction de l'éther sur le picromel. D'ailleurs, j'ai aussi reconnu la présence de l'acide margarique dans la bile de bœuf, en la précipitant par l'acétate de plomb pour en séparer le mucus, et en y ajoutant un peu d'acide sulfurique affaibli pour éliminer l'excès de plomb; la liqueur, évaporée ensuite en consistance sirupeuse, puis abandonnée à elle-même, a laissé déposer le picromel; mais le liquide surnageant était troublé par une quantité remarquable d'une matière très-blanche qui avait les propriétés de l'acide margarique; cependant ses cristaux semblaient plus prononcés; elle s'est d'ailleurs dissoute en toute proportion dans l'alcool chaud, qui l'a laissé déposer en partie par

le refroidissement sous la forme de grains, lesquels, examinés au microscope, paraissaient formés par la réunion d'une multitude innombrable de prismes tétraèdres, courts, aplatis, parfaitement transparens, tronqués obliquement ou quelquefois surmontés d'un sommet dièdre. Au reste, cette matière a commencé à se fondre au 59° centig. C'était donc de l'acide margarique très-pur. Je ne dois pas oublier de rappeler que M. Chevreul avait déjà reconnu dans la bile de porc et d'ours une matière grasse, qui lui a paru formée d'acides oléique et margarique. J'avais tenté de séparer ces acides gras de la bile de bœuf, en y versant un excès d'acide acétique; mais le dépôt floconneux, bien lavé et traité à plusieurs reprises par l'alcool, ne m'a donné qu'un léger résidu fragile, d'un aspect résineux, qui n'offrait rien de gras. Ainsi, malgré la présence d'un véritable savon dans la bile, les acides oléique et margarique n'ont pu en être séparés par l'acide acétique; ils étaient donc retenus en dissolution par les autres principes du picromel. Ayant fait chauffer du picromel avec moitié de son poids d'acide margarique et une certaine quantité d'eau, j'ai obtenu une dissolution limpide et parfaite à la température de 45°; mais, par le refroidissement, elle s'est troublée et a pris la consistance d'une pommade bien homogène. Des taches d'huile et de suif, faites sur un tissu et frottées avec cette bouillie, ont entièrement disparu; un morceau de suif y a aussi été délayé facilement.

Cette observation ne restera pas sans quelques applications pour les arts.

Au reste, le suif, le picromel et l'eau, chauffés ensemble, n'ont montré aucune disposition à s'unir.

De la Résine du picromel de bœuf.

Les anciens désignaient sous le nom de *résine de bile* le picromel précipité de sa dissolution par les acides ; et, quoique ce dépôt ne puisse être comparé à une résine, du moins son aspect, poissant et soyeux comme la térébenthine cuite, pouvait y faire soupçonner l'existence d'un corps résineux. Cependant, d'après M. Berzelius, la bile ne contient pas de résine, et la substance, que M. Thenard avait comparée à une résine, n'est, suivant le chimiste suédois, qu'une combinaison de la matière colorante verte de la bile avec l'acide qui a servi à la précipiter (1).

Si dans une dissolution aqueuse de picromel on verse de l'eau de baryte, et qu'on étende ensuite le mélange de beaucoup d'eau, il se trouble et laisse déposer une matière floconneuse formée par la combinaison d'une résine avec la baryte. Ayant fait dissoudre dans l'eau 3 grammes de picromel et 0,5 grammes de savon de Marseille, j'ai remarqué qu'un excès d'acide acétique versé dans cette liqueur n'en trouble point la transparence ; mais, par l'addition d'une grande quantité d'eau, elle devient lactiforme, et peut s'éclaircir de nouveau en y ajoutant de la dissolution de picromel et de savon, rendue acide par le vinaigre. La liqueur lactiforme, jetée sur un filtre, y a laissé une matière poissante d'un jaune-verdâtre et presque sans amertume, qui s'est

(1) *Annales de Chimie*, t. LXXI, p. 220.

dissoute dans l'alcool. Celui-ci a laissé, après son évaporation, une matière transparente, assez fragile, qui avait tout-à-fait l'aspect d'une résine, et ne paraissait point retenir d'acides gras du savon employé. Ceux-ci étaient donc retenus dans la liqueur par le picromel, qui avait seulement abandonné une quantité correspondante de résine ; mais, n'ayant pu obtenir ainsi qu'une petite partie de celle contenue dans le picromel, j'ai cru devoir employer des moyens plus énergiques pour rompre une combinaison aussi intime. Afin de parvenir à ce but, j'ai eu recours aux acides plus ou moins concentrés, qui m'ont offert le résultat que j'attendais.

Séparation de la résine des autres principes du picromel de bœuf, par l'acide sulfurique.

Si on broie une petite quantité de picromel avec de l'acide sulfurique concentré, il s'y dissout sans changer de couleur au moment du mélange ; mais, quelque temps après, il prend une couleur rouge très-vive, qui passe au violet, puis au bleu, ensuite au vert, et enfin au jaune de bile à mesure que l'acide attire l'humidité de l'air. Alors il se dépose un sédiment divisé, et la liqueur transparente est presque incolore. Lorsqu'on verse de l'eau dans la liqueur bleue, il s'y forme un précipité de la même couleur ; si on en imprègne un morceau de papier, et qu'on l'expose ensuite avec précaution à la chaleur, il prend une belle nuance pourpre qui devient bleue en attirant l'humidité, et repasse au rouge en l'approchant de nouveau de la chaleur, et ainsi alternativement. Ces phénomènes de coloration sont fort remarquables ; je les avais déjà observés dans l'urine d'un ictérique, et

surtout dans le liquide jaune bilieux, épanché dans la cavité abdominale; mais dans un ordre inverse de celui que je viens d'indiquer (1). Ils rappellent aussi la bile bleue que l'on a vue dans le serpent à sonnette.

10 grammes de picromel en poudre ont été broyés pour les dissoudre dans une quantité suffisante d'acide sulfurique du commerce, médiocrement concentré, et on a abandonné le mélange à lui-même pendant 11 jours. L'acide, en attirant peu à peu l'humidité, a abandonné une masse abondante d'un rouge sanguin qui, d'abord filante comme la térébenthine, a pris ensuite une consistance très-ferme comme de la cire. Cette matière, après avoir été mise en ébullition à huit reprises différentes avec de l'eau pour la priver de l'acide sulfurique qu'elle retenait à l'état de faible combinaison, a repris la couleur verte primitive et l'aspect satiné du picromel précipité de sa dissolution par l'acide sulfurique; mais, ayant été soumise à plusieurs autres lavages à l'eau bouillante, elle a fini par s'y laisser délayer entièrement en formant une sorte d'émulsion, laquelle, suffisamment étendue d'eau, passait trouble à travers le filtre, moussait comme de l'eau de savon, et donnait un coagulum abondant avec l'eau de baryte. Ce liquide émulsif ayant été mis en évaporation, la résine s'en est séparée sous la forme de pellicules poissantes d'un jaune verdâtre, qui étaient miscibles à l'eau comme auparavant. Soupçonnant que cette propriété pouvait être due à la présence d'une petite quantité de matière amère encore retenue par la résine, on a dissout celle-ci par l'alcool, et on a fait

(1) *Journal de chimie médicale*; 1827.

chauffer le tout avec un peu de carbonate de baryte ; une petite partie de la résine, unie à du principe amer, s'est déposée en combinaison avec la baryte, sous la forme d'une matière glutineuse, et le liquide alcoolique, évaporé, a offert une résine qui ne se laissait plus délayer par l'eau. Tout compris, son poids était de 8,7 gram. pour les 10 grammes de picromel employé ; ce qui est d'autant plus remarquable, que j'ai dû nécessairement éprouver quelques pertes.

Propriétés de la résine de picromel de bœuf.

Cette résine obtenue ainsi que je viens de le dire, est inaltérable à l'air, d'un jaune brunâtre, parfaitement transparente, très-fragile, d'une cassure brillante, spécifiquement plus pesante que l'eau, susceptible de se réduire en poudre sans s'agglutiner ; elle brûle avec beaucoup de flamme et de fumée, ne conduit pas l'électricité, et s'électrise négativement par le frottement comme la poix résine, dont elle a l'aspect et à peu près la même fusibilité ; toutefois, étant mâchée, elle se ramollit un peu en s'attachant aux dents, et développe dans la bouche une légère amertume, comme la plupart des résines. Elle est d'ailleurs parfaitement insoluble et immiscible dans l'eau froide ou bouillante, mais l'alcool la dissout avec beaucoup de facilité et en toutes proportions ; il en résulte une liqueur transparente que l'eau précipite abondamment, et qui peut donner un beau vernis étant appliquée sur la surface des corps.

La résine de picromel se dissout dans l'acide sulfurique concentré, qui peut facilement la convertir en tannin artificiel. Cette dissolution, d'une couleur jaunâtre, devient

un peu rougeâtre en attirant l'humidité, puis d'un vert foncé comme la bile. Cette résine est aussi convertie en tannin artificiel par l'acide nitrique. L'acide acétique la dissout facilement à chaud. Elle est partiellement soluble dans l'huile de térébenthine bouillante, d'où elle se sépare en partie par le refroidissement. Elle est aussi beaucoup moins soluble dans l'éther que dans l'alcool, et peut s'unir au soufre.

On voit que les propriétés que je viens d'exposer appartiennent à la famille nombreuse des substances végétales désignées sous le nom de *résines*.

Il ne nous reste plus qu'à faire connaître le caractère spécifique de la résine du picromel ; il consiste dans la faculté qu'elle possède de saturer les alcalis en jouant le rôle d'un acide.

Si on fait dissoudre cette résine dans l'ammoniaque affaiblie, et qu'on fasse évaporer à siccité, il reste une combinaison transparente entièrement soluble dans l'eau. Cette liqueur rougit le papier teint en bleu par le tournesol, et mousse comme de l'eau de savon. Les acides y forment un précipité abondant. Nous avons déjà vu que le picromel lui-même saturait jusqu'à un certain point les propriétés de la potasse.

La résine de picromel, chauffée avec de la morphine et de l'eau, donne aussi une dissolution savonneuse, qui est abondamment précipitée par les acides.

Unie à la quinine, elle produit une combinaison insoluble dans l'eau.

Examen de la liqueur acide sulfurique séparée de la résine du picromel.

Cette liqueur, réunie aux lavages de la résine, devait contenir les autres principes du picromel. Elle paraissait légèrement rougeâtre par transmission, et verdâtre par réflexion. Saturée par du carbonate de chaux, filtrée et évaporée, elle a laissé une matière très-amère, un peu douceâtre, moins cependant que le picromel, déliquescente, qui a été reprise par l'alcool pour en séparer le sulfate de chaux. Redissoute dans l'eau, cette matière n'est pas sensiblement précipitée par l'acide sulfurique. Elle dissout avec beaucoup de facilité la résine acide de la bile dont nons venous de parler, et régénère le picromel qui alors peut être précipité abondamment par l'acide sulfurique, sous la forme poissante qu'on lui connaît lorsqu'il est uni aux acides.

Si, au lieu de chercher à reformer le picromel par l'union de cette matière douce-amère avec la résine, on augmente la proportion de celle-ci, alors on obtient une liqueur lactiforme homogène, qui est entièrement précipitée en flocons par les acides. Délayée avec de l'acide margarique et de l'eau, elle produit aussi une sorte d'émulsion que les acides précipitent.

Soupçonnant, dans cette matière amère légèrement douceâtre, l'existence de deux principes distincts, je l'ai traitée par l'alcool concentré, mélangé d'éther, qui effectivement la partage en deux parties, dont l'une insoluble, beaucoup moins amère et plus sensiblement sucrée, a été reprise par l'eau.

Elle a produit, avec l'infusion de galle, un précipité

assez abondant, divisé, dû, à ce qu'il m'a semblé, à une matière animale étrangère. Elle était aussi abondamment précipitée par l'eau de baryte; mais le sulfate de fer peroxidé n'y a produit aucun changement. Traitée par l'acide nitrique, elle a encore donné une petite quantité de résine.

L'alcool éthéré, chargé de la portion soluble, a laissé, après son évaporation, une matière déliquescente d'une amertume franche très-prononcée et sans arrière-goût sucré. Sa dissolution dans l'eau était aussi précipitée par l'infusion de galle et par l'eau de baryte; mais l'acétate de plomb n'y a produit aucun changement, non plus que l'acide sulfurique; mais, après avoir été chauffée avec la résine acide du picromel qu'elle a facilement dissoute, l'acide sulfurique a séparé de la liqueur un dépôt abondant qui avait tout-à-fait l'aspect du picromel précipité par les acides. Avec la poix résine je n'ai point obtenu le même résultat. Ce qui me restait de cette matière amère a été mis en ébullition avec de l'eau et un peu de magnésie. Le dépôt, recueilli et lavé, a été traité par l'alcool bouillant. Un papier de tournesol, rougi par un acide et plongé dans cette liqueur filtrée, a repassé au bleu en le laissant sécher à l'air; d'où il paraît que l'alcool retenait une matière alcaloïde : en effet, il a laissé après son évaporation un résidu très-amer, mais en si petite quantité que je n'ai pu l'examiner.

Il me paraît résulter des expériences qui précèdent, que le picromel est essentiellement formé, pour la majeure partie, d'une résine acide fort remarquable, unie

intimement à deux principes, dont l'un est sucré et l'autre très-amer et de nature alcaline.

Action de l'acide nitrique sur le picromel de bœuf.

Si, dans une dissolution aqueuse de picromel, même assez étendue, on ajoute un peu d'acide nitrique et qu'on abandonne le mélange pendant plusieurs jours, l'acide nitrique, en réagissant sur les principes sucré et amer, les décompose lentement avec effervescence, et la résine est mise en liberté.

10 grammes de picromel, dissous dans 30 grammes d'eau avec 20 grammes d'acide nitrique à 45°, ont donné des vapeurs rutilantes, en abandonnant la plus grande partie de la résine qui a été séparée de la liqueur acide. Celle-ci, rapprochée presqu'à siccité, a laissé un résidu, lequel, redissous dans l'eau alcoolisée, a laissé une poudre blanche qui n'était autre chose que du sulfate de chaux. La liqueur, séparée du sédiment, a donné par l'évaporation une matière d'apparence huileuse astringente, qui était précipitée par la colle de poisson. Mise en ébullition pendant long-temps avec de l'eau et du carbonate de plomb, la liqueur, filtrée et évaporée, a laissé un extrait jaunâtre, attirant l'humidité, ne contenant que des traces d'oxide de plomb, qui se sont déposées lorsque j'ai redissous la matière dans l'eau. Cette liqueur n'était point troublée par la gélatine, mais un précipité abondant se manifestait aussitôt par l'addition au mélange d'un peu d'acide nitrique ou muriatique affaibli. La même liqueur était aussi précipitée par le sulfate de fer peroxidé et par l'infusion de galle. Au reste, cette matière, qui n'était qu'en partie soluble

dans l'alcool rectifié, semblait contenir un principe animalisé ; car, ayant été chauffée dans un tube de verre dans lequel j'avais introduit du papier de tournesol rougi par un acide, elle l'a fait repasser au bleu.

Le carbonate de plomb que l'on avait fait bouillir avec la matière d'apparence huileuse, lavé et traité par l'acide sulfurique affaibli, a fourni une quantité notable de tannin artificiel.

Ainsi, de la réaction de l'acide nitrique sur le picromel est résulté : beaucoup de résine, du tannin artificiel, et une matière d'apparence animale qui seule n'est point précipitable par la gélatine, mais le devient par l'intermédiaire d'un acide. Au reste, comme avec la plupart des résines, il ne s'est point produit d'acide oxalique, ni d'acide mucique ; ce qui prouve que le picromel ne contient point de sucre de lait, que l'on a supposé gratuitement dans la bile.

Décoloration du picromel ; tentative pour en séparer la matière sucrée.

La chaux, le peroxide de fer hydraté, l'oxide de plomb, la baryte que l'on fait bouillir avec le picromel, le décolorent complètement en s'emparant de la matière verte et d'une portion de la résine.

On sait qu'en versant du sous-acétate de plomb dans la dissolution de picromel, il s'y forme un précipité blanc abondant, qui n'est point, comme on le pense, le résultat de l'union du picromel avec l'oxide de plomb, mais bien une combinaison entièrement soluble dans l'alcool, dans laquelle le picromel joue le rôle d'un acide, et le sous-acétate de plomb celui d'un alcali. Si

on la fait bouillir avec de l'eau à plusieurs reprises, elle s'y liquéfie en prenant une couleur brunâtre et sans paraître s'y dissoudre. Cependant les liqueurs réunies avaient une saveur sucrée assez franche, et ne contenaient que des vestiges de plomb. Evaporées, elles ont fourni un résidu, lequel, repris par l'alcool, a donné une matière incolore qui ressemblait à la plus belle gomme arabique. Sa saveur était celle du jus de réglisse. Elle paraissait ne retenir presque plus de résine, car sa dissolution aqueuse était peu troublée par les acides sulfurique et nitrique; cependant, étant chauffée avec ce dernier, elle en a encore fourni une quantité notable avec dégagement d'acide nitreux. Elle peut aussi facilement dissoudre la résine acide de la bile, et alors la liqueur est précipitée abondamment par l'acide sulfurique, comme le picromel. La même matière sucrée incolore ne paraît éprouver aucun changement avec l'acide sulfurique concentré, au moment du mélange; mais, à mesure qu'il attire l'humidité, il prend une belle couleur pourpre qui passe au violet, puis au bleu, et peut se dissoudre presque entièrement dans l'eau en ne laissant déposer qu'une petite quantité de résine; d'où il paraît résulter que les changemens remarquables de couleurs qu'éprouve le picromel de la part de l'acide sulfurique peuvent être attribués au principe sucré, que, au reste, je n'ai point la prétention d'avoir complètement isolé.

Je crois pouvoir conclure des expériences que je viens de présenter :

1°. Que la bile est un véritable savon, ainsi que l'avaient établi les anciens médecins;

2°. Que le picromel de bœuf contient :

1°. Une résine acide particulière, qui en constitue la plus grande partie ;

2°. De l'acide margarique ;

3°. De l'acide oléique ;

4°. Une matière animale ;

5°. Une matière très-amère de nature alcaline ;

6°. Un principe sucré incolore, qui devient pourpre, violet et bleu par l'acide sulfurique ;

7°. Enfin, une matière colorante.

Nancy, le 17 octobre 1829.

Nouvelles *Observations sur l'iridium et l'osmium.*

Par Mr J.-J. Berzelius.

(Faisant suite au Mémoire imprimé dans ces Annales, tome XL.)

Le résidu de la dissolution de la mine de platine dans l'eau régale contient une certaine quantité de grains plus ou moins arrondis, à surface inégale et rude. Ces grains ne sont pas de même nature que les petites écailles cristallines, brillantes, et d'un blanc d'argent d'osmiure d'iridium que l'on trouve dans quelques mines de platine de l'Ural, par exemple, dans celles d'Ekaterinenburg, Slatoust et Kischene, et quoiqu'ils contiennent de l'osmium, ils paraissent en renfermer moins que l'osmiure d'iridium cristallisé. Leur densité, après avoir été traités par l'eau régale, et dépouillés par des

lavages des parties les plus ténues, a été trouvée de 15,78; tandis que celle des grains brillans et cristallins de l'osmiure d'iridium s'élève jusqu'à 18,644. C'est proprement avec ce dernier que les expériences que j'ai fait connaître précédemment ont été faites. Depuis, j'ai reçu de Saint-Pétersbourg du résidu de la dissolution de la mine de platine dans l'eau régale duquel j'ai séparé plus de 100 grammes de ces grains arrondis; je les ai traités moins dans l'intention de déterminer exactement leur composition, que dans celle de préparer une quantité des métaux rares qu'ils renferment suffisante pour l'étude de leurs propriétés. J'ai cependant cru reconnaître qu'ils renferment beaucoup moins d'osmium que les grains cristallins, et qu'ils le donnent plus difficilement. En outre, dans le traitement de ces grains, on obtient plusieurs substances qui, à la vérité, ne leur appartiennent point, mais dans un mélange si intime qu'on ne peut les en séparer. Ces substances sont: l'acide titanique, l'acide chromique ou l'oxide de chrôme, la zircone et l'oxide de fer, provenant visiblement du chromure de fer, du titanure de fer et des hyacinthes qu'on ne peut distinguer à l'œil des autres grains, ni séparer par des lavages.

J'ai trouvé que, pour séparer l'osmium de la masse calcinée avec le salpêtre, la méthode suivante réussit beaucoup mieux que celle que j'ai donnée dans mon dernier travail. On délaye la masse dans l'eau, de manière à dissoudre les sels; on met le mélange dans une cornue tubulée, et on décante le liquide lorsqu'il est devenu clair. On ajoute une nouvelle quantité d'eau, qu'on sépare comme la première. Les liquides décantés contien-

nent des sels à base de potasse, formés par les acides nitrique, chromique et silicique, le sesqui-oxidule d'iridium et le binoxide d'osmium ; les derniers cependant en petite quantité. Par la distillation avec l'acide hydrochlorique dans une retorte, on obtient tout le binoxide d'osmium.

Le résidu insoluble dans la retorte tubulée peut être traité soit par l'acide hydrochlorique, soit par l'acide nitrique.

Traitement par l'acide hydrochlorique. On ajoute assez d'acide pour dissoudre tout ce qui est susceptible de l'être, et on distille au bain-marie jusqu'à ce que la preuve de liquide prise par la tubulure de la retorte n'ait plus la moindre odeur d'osmium. Le produit de la distillation est une dissolution du binoxide d'osmium dans l'eau, contenant un peu de chlore. Le résidu dans la retorte, étendu d'un peu d'eau, donne un liquide plus ou moins coloré en vert foncé, dont la couleur verte est due à la présence du chlorure de chrome. Si, après avoir séparé le liquide par le filtre, on lave le résidu avec de l'esprit-de-vin, on pourra séparer entièrement le sel vert, et il restera sur le filtre le sel double de chlorure de potassium et de chlorure d'iridium. La liqueur verte, aussi-bien que la liqueur alcoolique, se troublent lorsqu'on les étend d'eau et que l'on chauffe ; il se précipite une poudre blanche qui paraît être de l'acide titanique, mais qui contient en outre de la silice et de la zircone.

Traitement par l'acide nitrique. On ajoute une quantité suffisante de cet acide, et on distille au bain-marie, jusqu'à ce que la preuve prise dans la retorte ne sente

plus l'osmium, malgré sa saveur acide. Si l'acide était saturé, il faudrait en ajouter de nouveau; car autrement il resterait beaucoup d'osmium dans la retorte. Cette méthode ne donne pourtant pas tout l'osmium; mais elle en donne plus que le procédé déjà décrit : le produit ne contient ni chlore, ni acide nitrique. Le résidu dans la retorte contient du salpêtre et une portion de nitrate d'iridium, qui se dissout dans l'eau en pourpre foncé. On peut tellement modérer l'acide que tout l'alcali soit séparé de l'osmium sans l'être de l'iridium; mais alors on court le risque de laisser de l'osmium dans le résidu en plus grande quantité. Après l'évaporation à siccité, le nitrate possède tous les caractères du nitrate d'oxidule d'iridium. Ce que l'eau n'a point dissous doit être bien lavé et traité par l'acide hydrochlorique. On obtient alors une masse verte qui exhale du chlore, et qui par une courte digestion se dissout en grande partie. Cette dissolution contient le sesquichlorure, que l'on obtient de cette manière en quantité et exempt du sel double de potassium. La dissolution est d'une couleur noire tirant au jaune; par l'évaporation à siccité, elle laisse une masse noire incristallisée, attirant l'humidité de l'air. Mêlée avec du chlorure de potassium ou du sel ammoniac, en quantité convenable pour former un sel double, et abandonnée à la température ordinaire de l'air, on obtient des sels doubles qui ne cristallisent point, mais qui ne sont pas déliquescens. Si l'on ajoute les sels alcalins en excès, ou si l'on chauffe la dissolution, la couleur devient d'un vert sale; il se dépose du chloride double, et la dissolution contient du chlorure double. Le chlorure de

sodium n'occasione pas une semblable décomposition ; il produit un sel déliquescent, d'un noir de charbon.

On obtient le chloride d'iridium en traitant la masse insoluble dans l'acide nitrique par l'eau régale très-concentrée, et en desséchant peu à peu à 40° la dissolution après l'avoir filtrée. Le chloride n'est point entièrement exempt de sesquichlorure, parce qu'il s'en forme pendant l'évaporation. Après une évaporation complète, il se présente en une masse fendillée, tombant en poudre grossière noire, mais d'un rouge foncé sur les bords, qui ne montre aucune trace de cristallisation et qui attire l'humidité de l'air. La dissolution dans l'eau est noire ; sur les bords, elle est d'un rouge tirant au jaune, et d'un jaune-orange ou jaune en l'étendant beaucoup. Quoique peu concentrée, elle coule difficilement, comme une huile fluide.

Le sesquioxidule d'iridium, obtenu en décomposant le sel de potassium par une chaleur rouge avec un excès de carbonate de potasse, puis lavé avec de l'eau et de l'acide hydrochlorique, étant fortement pressé dans du papier absorbant jusqu'à demi-dessication, et desséché après entièrement sans pression, donne une masse consistante qui, exposée demi-heure à une vive chaleur blanche dans un creuset couvert, se réduit en conservant sa forme et en prenant une plus grande consistance, de manière qu'on ne peut la briser sans un grand effort.

Dans cet état, l'iridium a tout-à-fait l'apparence du platine ; il peut recevoir le poli, mais il tombe facilement en poudre sous le polissoir, si l'opération n'est pas faite d'une main légère. Il ne supporte point le choc du

marteau sans s'émietter ; il se laisse piler et réduire en poudre. Un morceau de cet iridium, tenu avec une pince de platine dans la flamme d'une lampe à éther, alimentée par le gaz oxigène, ne s'est pas du tout arrondi sur les bords, quoique la chaleur fût assez forte pour fondre une partie de la pince de platine, et la faire tomber en gouttes. Sa couleur est devenue seulement plus blanche et plus argentée. Un autre morceau d'iridium, fixé à l'extrémité d'un tube d'argile et chauffé au point que l'argile la plus réfractaire s'est fondue en verre tout autour, n'a pas présenté la moindre apparence de fusion, et s'est laissé réduire en poudre aussi-bien qu'auparavant. L'iridium paraît par conséquent rivaliser en infusibilité avec le carbone. Il est vrai que Children, avec sa gigantesque batterie hydroélectrique, a fondu une fois l'iridium en un globule bulleux ; mais son métal était-il exempt de platine ? La densité du globule, malgré sa porosité, était de 18,68 ; tandis que j'ai trouvé que celle de l'iridium le plus pur, réduit par l'hydrogène, n'était, à l'état pulvérulent, que de 15,8629 ; et, dans un morceau cohérent, que de 15,588, à cause sans doute de sa porosité, quoique je doive cependant remarquer que, avant d'en prendre la densité, il était resté quelque temps sous l'eau dans un espace vide. On peut fort bien soupçonner, d'après cela, que l'iridium de Chiltren contenait du platine, et que c'est par cette circonstance qu'il a montré une tendance à la fusion.

L'iridium a une grande affinité pour le carbone. Un morceau de ce métal, plongé dans la flamme d'une lampe alcoolique, s'est bientôt couvert d'une végétation charbonneuse, semblable à celle d'une chandelle de suif

qu'on ne mouche point. Lorsqu'elle a eu atteint un plus grand volume, je l'ai jetée dans l'eau ; et, après en avoir recueilli une quantité suffisante et l'avoir desséchée dans le vide, j'ai trouvé, en la calcinant au rouge, qu'elle contenait 80,2 d'iridium et 19,8 de carbone. Cette composition est représentée par l'expression IrC^4. Le carbure d'iridium ainsi obtenu est noir ; il tache comme le noir de fumée, et paraît aussi doux au toucher. Il prend feu par une douce chaleur, luit et continue à brûler après même avoir été retiré du feu. L'iridium compacte, duquel le carbure s'était séparé, est d'un gris foncé et de plus en plus carboné ; mais je n'en ai pas déterminé la composition, parce qu'il est difficile de l'avoir constante.

Lorsque dans une dissolution d'iridium on met de l'acide sulfurique et du fer pour réduire l'iridium, la liqueur devient bientôt d'un vert-gris et contient du chlorure ; en la mettant en digestion, elle laisse précipiter une poudre pesante, qui est un sel double basique de sulfate de peroxide de fer et de sulfate basique d'oxidule d'iridium. Ce sel, étant chauffé, devient rouge, et, traité alors par l'acide hydrochlorique, il reste beaucoup d'iridium à l'état métallique.

Dans mon premier travail, j'ai cherché à prouver que l'osmium forme un sesquioxidule, quoique je n'eusse pas réussi à le préparer d'une manière satisfaisante. J'ai trouvé depuis qu'on l'obtient facilement en traitant le binoxide par l'ammoniaque caustique ; le mélange s'échauffe, le binoxide se fond en gouttes jaunes qui se précipitent au fond du vase et se prennent en une masse

aigre, sans cristallisation, avec une couleur rouge. C'est de l'osmiate d'ammoniaque. Ce sel se dissout dans l'eau avec une belle couleur jaune, et se conserve sans altération; mais, si l'on ajoute à la dissolution un grand excès d'ammoniaque caustique, elle devient plus foncée, et enfin noire et opaque au bout d'un certain temps, ou même de quelques heures si on l'échauffe. Il se dégage du gaz azote avec une légère effervescence, et le binoxide se change en sesquioxidule, dont une partie se dépose sur les parois du vase en une couche transparente d'un brun-jaune. On peut laisser le vase fermé, jusqu'à ce que la couleur soit d'un brun foncé; on ôte alors le bouchon et on le replace sans le presser, car dès ce moment il ne se volatilise plus d'osmium. Enfin on évapore la liqueur brune dans un vaisseau ouvert, jusqu'à ce que toute l'ammoniaque en excès soit volatilisée, et on lave le sesquioxidule sur un filtre. C'est une poudre d'un brun foncé, insoluble dans l'eau, qui contient de l'ammoniaque en combinaison intime. Chauffé après avoir été desséché, il se décompose avec boursoufflement. Bouilli avec une dissolution de potasse caustique et lavé, il détonne avec bruit, mais seulement dans l'endroit où la chaleur est immédiatement appliquée; la portion adjacente est projetée sans détoner avant d'avoir été échauffée. Le liquide d'où ce fulminate d'osmium s'est précipité est ordinairement jaune ou brun, et contient un sel double de nitrate ou d'hydrochlorate d'ammoniaque et d'osmium, d'où on peut précipiter l'osmium par la potasse caustique et l'ébullition. On réussit aussi assez bien avec le carbonate de soude; mais le carbonate de potasse, ou dissout le précipité, ou

ne précipite pas l'osmium. J'ai cherché à obtenir le sesquioxidule d'osmium exempt d'ammoniaque, en ajoutant au sel double avec l'acide hydrochlorique un excès de carbonate de potasse, filtrant la dissolution, évaporant à siccité pour chasser les dernières traces d'ammoniaque, saturant l'alcali avec l'acide hydrochlorique, et ajoutant ensuite de la potasse caustique; mais l'oxidule ainsi obtenu s'est décomposé par la chaleur avec un développement rapide de gaz qui projetait la poudre de l'osmium réduit.

L'ammoniure de sesquioxidule se dissout, dans l'acide hydrochlorique concentré, en un liquide qui a tout-à-fait l'apparence d'une dissolution de sesquioxidule d'iridium. Evaporé à siccité, il donne une masse saline noire, incristallisée, qui reste sèche à l'air. Après une trop forte dessication, le sel ne se dissout pas quelquefois en entier, mais il reste un sel basique en flocons bruns insolubles. Chauffé dans une retorte, il devient demi-fluide, se boursouffle et donne de l'acide hydrochlorique en laissant de l'osmium réduit. On peut empêcher le boursoufflement en mêlant le sel, avant de le chauffer, avec un tiers de son poids ou même plus de sel ammoniac. C'est là le procédé le plus facile et le plus sûr de réduire l'osmium sans en perdre. Il se présente en une masse faiblement cohérente, poreuse, boursoufflée, d'un bleu-gris et d'un grand éclat métallique. On n'est assuré de la décomposition complète du sel que par l'entière cessation du dégagement d'acide hydrochlorique, et l'on doit ordinairement faire rougir le fond de la masse pour terminer la décomposition. Le sel ammoniac sublimé n'entraîne point d'osmium.

Le sel double du sesquioxidule avec le sel ammoniac se dissout dans l'alcool, mais en plus petite quantité que dans l'eau. La dissolution n'est point décomposée par le fer. Le zinc en sépare une trace d'osmium, mais la plus grande partie reste en dissolution malgré l'addition d'acide et l'action de la chaleur.

La combinaison du sesquioxide avec l'ammoniaque se dissout aussi dans d'autres acides, et forme avec eux des sels doubles incristallisables. Le sulfate est brun. On peut en séparer un excès d'acide par la chaleur sans réduire l'osmium; seulement le sel restant est incomplètement soluble dans l'eau, et laisse une combinaison basique. Le nitrate est peu soluble dans l'eau; il se précipite d'une dissolution neutre et chaude, sous la forme d'une poudre brune qui ressemble parfaitement à un dépôt extractif d'un brun foncé. Une dissolution acide laisse par l'évaporation une matière brune, semblable à un extrait, qui se dessèche à 40° en une substance terreuse. Ce sel, exposé à la chaleur, brûle comme une fusée, et lance tout autour l'osmium en une poudre noire sans apparence métallique. Je n'ai point fait des essais avec les autres acides.

(*Annalen der Physik*, t. xv, p. 208.)

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 24 août 1829.

Pièces manuscrites présentées dans la séance. Paquet cacheté de M. Alphonse Sanson; Note de MM. François

et Caventou, sur les propriétés médicales qu'ils ont reconnues dans la racine d'un arbuste du Brésil de la famille des rubiacées; Essai sur l'isochronisme des ressorts spiraux d'un chronomètre sans acier, et Notes diverses, par M. Houriet; Lettre de M. Bories, qui demande à être porté sur la liste des candidats à la place de professeur-adjoint de pharmacie de Montpellier; Suite au Traité du fabricant d'étoffes de soie, par feu M. Paulet, présenté par son fils.

M. Cassini fait un rapport très-favorable sur un grand travail de M. Achille Richard, concernant l'étude générale de la famille des rubiacées.

M. Duméril rend de même un compte avantageux du Mémoire de M. Roullin relatif aux effets de l'ergot du maïs sur les hommes et sur les animaux.

D'après le rapport fait par M. Mathieu, il ne paraît pas que l'instrument de M. Vaucher destiné à tracer des parallèles diversement espacés, offre rien de remarquable.

M. Girard présente l'analyse verbale de la nouvelle Histoire de la navigation intérieure de la France, que M. Dutems vient de publier.

M. Blainville lit un Mémoire sur le Gauga.

Sur la demande de M. Amussat, on donne lecture du résumé de ses travaux sur la torsion des artères. Le paquet cacheté qui contenait cette Note avait été déposé le 20 juin dernier.

La Section de médecine et de chirurgie présente la liste suivante de candidats pour la place de correspondant actuellement vacante dans son sein :

MM. Meckel, à Halle; Fodéré, à Strasbourg; Bre-

tonneau, à Tours ; Abercrombie, à Edimburgh, et Lallemand, à Montpellier ; Barbier, à Amiens, et Braschet, à Lyon.

Séance du lundi 31 août.

Pièces manuscrites. Ordonnance royale du 23 août, relative à l'emploi des fonds du legs Monthyon ; Paquet cacheté de M. Cottereau, agrégé à la Faculté de médecine ; Mémoire de M. Monpensier sur la quadrature du cercle.

Le scrutin pour la nomination d'un correspondant a donné la majorité des suffrages à M. Meckel.

L'Académie a entendu ensuite des Méditations sur la nature, par M. Geoffroy-Saint-Hilaire ; un Mémoire de M. Cauchy sur des applications du calcul des résidus ; et un Mémoire de M. Amussat intitulé : *Nouveau procédé pour arrêter les hémorragies traumatiques des artères et des veines.*

Séance du lundi 7 septembre.

Pièces manuscrites. Lettre du Ministre de l'Intérieur contenant un rapport du Préfet du Haut-Rhin, sur un tremblement de terre ressenti dans ce département le 7 août dernier. Lettre du Ministre de la Guerre concernant l'offre qui lui a été faite de céder au Gouvernement un procédé pour teindre la laine à l'aide du bleu de Prusse ; Note sur une montre de M. Rebillier, exécutée en cristal de roche ; Mémoire sur un nouveau système de déligation, par le Dr Mayor.

M. Devaulx, de Raguse, avait présenté une méthode

qu'il croyait propre à la détermination des longitudes. Il résulte du rapport de M. de Rossel, que la méthode n'est ni neuve ni exacte.

L'Académie a entendu la fin du Mémoire de M. Amussat sur les moyens d'arrêter les hémorragies des artères; des Recherches de M. Chevillot sur les gaz de l'estomac et des intestins de l'homme à l'état de maladie; et un Mémoire de M. Barré sur les communications du mouvement par le choc des corps élastiques.

Séance du lundi 14 septembre.

Pièces manuscrites. Lettre du Ministre de l'Intérieur qui demande un rapport sur un Mémoire de M. Pélissier de Carpentras, concernant la direction des aérostats; Lettre de M. Fay, qui se présente comme candidat à la place vacante à l'Ecole de pharmacie de Montpellier; Lettre dans laquelle M. Dubouchet annonce avoir trouvé un dissolvant des calculs urinaires qui n'attaque pas la vessie; Mémoire sur la percussion médiate, par M. Piorry; Considérations médico-légales sur l'interdiction des aliénés, par M. Brierre de Bismont; Description de quelques machines perfectionnées pour l'écriture nocturne, à l'usage des aveugles, par M. Charles Barbier; *Vade mecum* de l'orfèvre et du bijoutier, par M. Fessard.

L'Académie a entendu un Mémoire de M. Jobert sur le fait de la division des terrains en un grand nombre de couches de différente nature; un Mémoire de M. Rigal sur de nouveaux procédés de lithotritie; enfin une Dissertation de M. Raucourt sur l'inondation de Pétersbourg.

Séance du lundi 21 septembre.

Pièces manuscrites. Note sur les racines primitives, par M. Berthevin; Note de M. Payen sur les causes de la dureté que prend quelquefois le sulfate de chaux; Mémoire de M. le Dr Mayor de Lausanne, sur un cadre clinique destiné aux malades qu'on ne peut pas transporter d'un lieu dans un autre.

Le reste de la séance a été rempli par la lecture d'un rapport très-favorable de M. Geoffroy-Saint-Hilaire sur les travaux de la commission scientifique envoyée en Morée, et par celle d'un rapport spécial de M. Brongniart concernant les intéressantes recherches géologiques de M. Virlet, membre de la même commission.

Séance du lundi 28 septembre.

Pièces manuscrites. Lettre de M. Robert à M. Geoffroy, contenant la figure et la description d'un œuf qui, ayant été trouvé dans un trou d'où l'on avait vu sortir un ornithorynque, est regardé comme venant de ce quadrupède; Considérations théoriques sur les cavernes à ossemens de Bize, par M. Tournal; Note cachetée de M. Dutrochet; Lettre de M. Kupffer à M. Arago sur une ascension du mont Elbruz.

M. Cuvier fait le rapport le plus favorable sur les résultats du voyage que le Dr Charles Bélanger a fait, par la route de terre, aux Indes orientales.

M. Leroy d'Etioles lit un Mémoire sur la rétention d'urine occasionée par l'engorgement de la prostate, et sur la paralysie de la vessie.

Séance du lundi 5 octobre.

Pièces manuscrites. Lettre de M. Legrand sur un cas d'affection scrofuleuse grave, qu'il a traitée et guérie par des préparations d'or ; Lettre de M. Foureau de Beauregard annonçant que le moyen curatif qu'il avait proposé contre la fièvre jaune (les préparations de ratanhia) a réussi à la Vera-Crux, par les soins du Dr Chabert ; Lettre de M. Aldini, qui demande des commissaires pour l'examen des moyens à l'aide desquels il espère préserver les pompiers de l'action de la flamme pendant les incendies ; Lettre de M. Antomarchi sur la non-communication normale des vaisseaux lymphatiques et des veines capillaires ; Note de M. Payen sur les limites de la température à laquelle le sulfate de chaux natif perd son eau de cristallisation.

M. Lisfranc lit un Mémoire intitulé : *Sur des cancers superficiels qu'on croyait profonds*, et observations sur des cas dans lesquels les malades ont été préservés de l'amputation d'organes importans.

M. Chabrier lit un Mémoire sur les moyens de voyager dans l'air et de s'y diriger.

La Section de chimie présente en comité secret la liste suivante de candidats pour la place de professeur-adjoint à l'Ecole de pharmacie de Montpellier.

Au premier rang, et hors de ligne, M. Balard ; ensuite M. Regimbeau aîné, pharmacien, et M. Bories, docteur en médecine.

Séance du lundi 12 octobre.

Pièces manuscrites. Dépôt cacheté de M. Caillot ; Note de M. Niles sur deux jeunes gens de dix-huit ans,

réunis par l'ombilic ; Lettre de M. de Humboldt à M. Arago, contenant une relation abrégée de son important voyage en Sibérie et vers les frontières de la Mongolie.

M. Cuvier lit un Mémoire sur un nouveau genre de ver intestinal, qu'il nomme *hécatoncotyle*.

M. Poisson lit le Mémoire dont l'analyse fait partie de ce Cahier.

M. Mathieu fait un rapport sur une échelle propre à faciliter la construction des plans, proposée par M. Chauvin : l'instrument est bon, mais il paraît devoir être bien cher.

M. Lisfranc lit un Mémoire sur l'excision de la partie inférieure du rectum devenu carcinomateux.

Enfin, l'Académie va au scrutin pour l'élection d'un candidat à la place vacante à l'Ecole de pharmacie de Montpellier : M. Balard obtient l'unanimité des suffrages.

Observations *sur l'Iodure et le Chlorure d'azote.*

Par M. Sérullas.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, le 6 juillet 1829.)

Quelques chimistes ayant admis, sans l'avoir démontrée, l'existence du sulfure d'azote, j'avais pensé que, si ce corps pouvait se produire, on devait l'obtenir en mettant en contact de l'hydrogène sulfuré avec l'iodure d'azote. L'action connue de l'iode sur l'hydrogène sulfuré rendait extrêmement probable une formation,

dans cette circonstance, d'acide hydriodique et de sulfure d'azote.

Le mélange d'hydrogène sulfuré en dissolution et d'iodure d'azote ayant été fait, la décomposition a été presque subite et rendue évidente par une précipitation abondante d'une substance blanche ayant l'apparence d'hydrate de soufre. Aucun dégagement de gaz n'ayant eu lieu, on pouvait croire que la réaction cherchée s'était effectuée. Mais les produits examinés n'ont présenté que du soufre, de l'hydriodate d'ammoniaque et un léger excès d'acide hydriodique dépendant d'une quantité variable d'iode qui se trouve en excès dans l'iodure d'azote, attendu que pendant le lavage une plus ou moins grande quantité de ce corps est décomposée en raison de la faiblesse des liens qui unissent ses principes constituans ; l'iode, extrêmement peu soluble, devient prédominant.

La présence inattendue de l'ammoniaque dans cette circonstance a fait croire, ou que l'iodure n'avait pas été exactement privé, par les lavages, de l'hydriodate d'ammoniaque qui se forme en même temps, ou que l'ammoniaque s'était reproduite au moyen d'une partie de l'hydrogène de l'acide hydrosulfurique, l'azote montrant peu de tendance à s'unir au soufre ; ou encore il était possible que l'azote se fût échappé sans être aperçu.

Dans tous les cas, il était nécessaire de recommencer l'expérience avec la précaution bien observée de laver l'iodure jusqu'à ce qu'il cessât de rougir le curcuma, et qu'on eût la certitude, par les réactifs, que les eaux de lavage ne contenaient pas d'ammoniaque combinée.

Cet iodure d'azote, parfaitement lavé, a été mêlé, comme la première fois, avec une dissolution d'hydrogène sulfuré ; les résultats ont été les mêmes ; aucun dégagement de gaz, dépôt de soufre et formation d'hydriodate d'ammoniaque avec excès d'acide. L'expérience, répétée plusieurs fois, a toujours offert les mêmes produits.

On doit rappeler que, pendant le lavage de l'iodure

d'azote ordinaire, les détonations connues ont presque toujours brisé, avant que le lavage fût achevé, tantôt les capsules, tantôt les entonnoirs ou les éprouvettes, et que j'aurais été forcé de renoncer à mes recherches si je n'eusse trouvé que l'iodure d'azote, préparé par un autre moyen que j'indiquerai, ne détonait pas, ou très-rarement, étant manié humide, et que, dans ce cas, l'explosion était faible.

L'apparition constante d'ammoniaque devenait très-remarquable en ce qu'on pouvait la considérer, vu la circonstance, ou comme un produit nouveau, ou comme une simple séparation de cette ammoniaque opérée par l'acide hydrosulfurique. J'ai donc dû, outre la décomposition de l'iodure par l'acide hydrosulfurique qui s'effectue presque tout-à-coup paisiblement, tenter de l'obtenir par un autre moyen plus direct, afin de suivre la réaction dans tous ses produits, dont l'examen attentif pouvait seul lever les doutes à cet égard.

On a placé sous une cloche pleine d'eau, renversée sur une assiette contenant aussi de l'eau, une certaine quantité d'iodure plié dans du papier pour éviter sa dispersion. On a chauffé doucement; très-peu de gaz azote s'est dégagé, de l'iode s'est séparé; l'iodure a été promptement et entièrement décomposé. La liqueur, examinée, a donné par les réactifs de l'ammoniaque.

La même expérience a été répétée, à la température ordinaire, en étendant de beaucoup d'eau l'iodure. Après quelques heures, on a reconnu, par la coloration de la liqueur, de l'iode libre; un faible dégagement de gaz avait eu lieu successivement. Le liquide filtré et concentré par la chaleur, étant traité par la chaux, a laissé exhaler de l'ammoniaque. Pour obtenir la décomposition complète d'une certaine quantité d'iodure abandonnée à elle-même sous l'eau, il faut un jour ou deux.

Dans d'autres essais semblables faits, soit à froid, soit à chaud, il a été ajouté de l'acide sulfurique ou de l'acide nitrique étendus, au point que l'eau sous laquelle était placée l'iodure rougit suffisamment le papier de tourne-

sol. La décomposition s'opère en quelques minutes, et la présence de l'ammoniaque se décèle comme précédemment ; il y a dépôt d'iode sans dégagement de gaz.

Il est encore à observer que, dans ces expériences, lorsqu'on emploie l'iodure d'azote obtenu par le procédé ordinaire, et qu'on le chauffe dans l'eau seule, ou qu'on y ajoute, même par très-petites portions, les acides nitrique ou sulfurique étendus, il y a des soubresauts très-forts, et souvent des explosions qui brisent les vases. On n'éprouve pas cet inconvénient avec l'iodure préparé au moyen d'une dissolution alcoolique d'iode, mêlée à l'ammoniaque liquide.

On peut rapporter cette différence très-remarquable à plusieurs causes. D'abord l'iodure, préparé par l'alcool, doit offrir une combinaison plus parfaite dans toutes ses parties, et par là être plus stable ; il est ensuite dans un état de division extrême, et sa finesse rend le frottement moins dur lorsqu'il éprouve du mouvement ou de la pression. L'on sait, en outre, que la détonation de cette substance, quand elle est sous l'eau ou humide, n'a lieu que partiellement ; la détonation s'effectuera sur des molécules infiniment petites relativement à l'iodure en poudre, dont les parties plus grossières produiront une détonation proportionnelle à leur masse.

Jusque-là, et surtout d'après les expériences faites sur l'iodure d'azote sans autre intermède que l'eau, j'avais pensé que l'ammoniaque préexistait dans le composé, et qu'il n'y avait qu'une simple séparation de cet alcali ; conséquemment que c'était un iodure d'ammoniaque (1), parce qu'il me paraissait peu probable que l'ammoniaque fût décomposée et reproduite au même instant, et à peu

---

(1) Cette composition m'a paru un instant d'autant plus probable qu'elle expliquait d'une manière plus satisfaisante la détonation, avec chaleur et lumière, de l'iodure et du chlorure d'azote, en se reportant à l'action connue du chlore sur l'ammoniaque.

près dans la même circonstance, c'est-à-dire, dans l'eau; c'est cependant ce qui a lieu.

L'iodure d'azote décompose l'eau comme d'autres iodures, chlorures et bromures; l'hydrogène s'unit en partie à l'azote pour former de l'ammoniaque; une autre partie donne naissance à de l'acide hydriodique, et l'oxigène avec de l'iode produit de l'acide iodique. On trouve en effet, dans cette eau où l'iodure a séjourné, ou bien dans laquelle on l'a fait chauffer pour obtenir un résultat plus prompt, de l'iodate et de l'hydriodate d'ammoniaque; plus, de l'iode provenant de la décomposition immédiate d'une certaine quantité d'iodure en azote et en iode.

Quand on verse de la potasse caustique en dissolution ou de la chaux délayée, par petites portions et par intervalles, sur l'iodure d'azote placé sous l'eau, il y a formation d'iodate et exhalation d'ammoniaque; à peine se dégage-t-il de l'azote lorsque l'alcali est mis successivement avec précaution, ce qui n'avait pas été observé. Le dégagement abondant de gaz qu'on a remarqué n'a lieu que lorsque ce même alcali est ajouté en masse ou en dissolution concentrée, d'où résulte une élévation de température suffisante pour décomposer l'iodure en azote et iode; l'alcali réagit alors sur ce dernier à la manière accoutumée.

On a vu que la décomposition de l'iodure d'azote dans l'eau s'opère à la température ordinaire en plus ou moins de temps, et promptement à l'aide de la chaleur, ou lorsqu'on y ajoute de l'acide sulfurique ou nitrique. Cette dernière addition exclut la formation d'acide hydriodique, qu'on y trouve au contraire dans le cas où on a employé de l'eau seulement.

La présence de cet acide iodique se démontre aisément, soit par l'acide sulfureux qui, ajouté avec précaution pour qu'il n'y en ait pas en excès, en précipite l'iode, soit par le nitrate d'argent qui donne un précipité entièrement soluble dans l'ammoniaque.

De l'action de l'acide hydrochlorique sur l'iodure d'azote.

Cette action est très-remarquable ; elle donne lieu à des phénomènes différens de ceux que produisent, dans ce cas, les acides nitrique et sulfurique, différence dépendant de l'action destructive que ces deux acides exercent sur l'acide hydriodique ou ses combinaisons.

En versant peu à peu sur l'iodure d'azote placé sous l'eau de l'acide hydrochlorique affaibli jusqu'à ce qu'il y en ait un excès bien marqué, l'iodure disparaît promptement sans dégagement de gaz ; si on y ajoute ensuite, jusqu'à ce qu'il y en ait aussi un petit excès, une dissolution de potasse caustique, l'iodure d'azote se précipite. On peut faire disparaître et reparaître alternativement ce dernier, en ajoutant tour-à-tour de la potasse et de l'acide ; le changement est si prompt qu'on dirait qu'il résulte d'une simple dissolution de l'iodure dans l'acide hydrochlorique et d'une saturation de l'acide.

Mais il n'en est pas ainsi. L'acide hydrochlorique détermine, comme les deux autres acides, la décomposition de l'eau, d'où résulte encore de l'acide iodique, de l'acide hydriodique et de l'hydrochlorate d'ammoniaque ; l'excès d'acide hydrochlorique réagit en même temps sur les acides hydriodique et iodique, en sépare de l'iode qui reste en dissolution dans l'acide chloro-iodique. La potasse, ajoutée alors, met en liberté et l'iode et l'ammoniaque qui se trouvent dans les circonstances favorables pour produire la substance fulminante. Le sous-carbonate de soude ou de potasse précipite aussi de l'iodure d'azote de cette dissolution ; ceux-ci, comme la potasse caustique, font disparaître le précipité, si on en met un grand excès.

On voit que, sous l'influence de l'acide hydrochlorique et par son concours, l'iodure d'azote se transforme en un composé tout-à-fait semblable à celui que M. Gay-Lussac désigne sous le nom de *sous-chlorure d'iode* (1),

(1) *Annales de Chimie*, t. XCI, p. 50.

dont le caractère principal est de précipiter de l'iode par un alcali. Ce composé étant ici avec de l'ammoniaque, la potasse qu'on y ajoute rend libres tout à la fois et l'iode et l'ammoniaque, lesquels reproduisent sur-le-champ l'iodure d'azote; il se forme en même temps une certaine quantité d'iodate et d'hydriodate de potasse, qui fournissent les matériaux propres à l'apparition ou la disparition alternatives de l'iodure d'azote, par une nouvelle addition tantôt d'acide hydrochlorique, tantôt de potasse. J'avais indiqué (1) le sous-chlorure d'iode comme moyen de préparer l'iodure d'azote.

Voici les expériences qui démontrent que la réaction doit se passer, ainsi qu'on vient de le dire :

1°. A mesure qu'on ajoute de l'acide hydrochlorique sur l'iodure d'azote parfaitement lavé jusqu'à ce que l'eau de lavage ne rougisse absolument plus le curcuma, l'acide est neutralisé pendant un certain temps. Cette dissolution, soumise à une longue ébullition, ne contient plus que de l'hydrochlorate d'ammoniaque; l'iodate et l'hydriodate ont été décomposés, comme on l'a dit.

2°. De l'acide sulfureux en très-petite quantité, ajouté à la dissolution d'iodure d'azote dans l'acide hydrochlorique, précipite abondamment de l'iode, caractère déjà rappelé de l'acide iodique. Si, au lieu d'acide sulfureux, on y verse du nitrate d'argent, il y a formation d'iodate, d'iodure et de chlorure d'argent.

3°. Si on ajoute à cette même dissolution d'iodure d'azote dans l'acide hydrochlorique, de l'hydriodate d'ammoniaque par très-petites portions, il se précipite de l'iode qui se dissout aussitôt, jusqu'à ce que le chlorure en soit saturé, alors l'iode reste en suspension; ce qui indique que les proportions primitives d'acides iodique et hydriodique ne sont pas telles que la décomposition mutuelle de ces deux acides, déterminée par l'acide hydrochlorique, puisse être complète, et qu'il reste un excès d'acide iodique.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXII, p. 186.

4°. De la potasse, versée dans une dissolution d'iodate et d'hydriodate d'ammoniaque, n'y produit pas de changement visible; mais, si auparavant on a ajouté de l'acide hydrochlorique, il se forme aussitôt un précipité d'iodure d'azote.

5°. Enfin, une dissolution d'acides iodique et hydrochlorique ne peut donner de précipité d'iode par la potasse; mais on obtient ce précipité si on a préalablement dissous de l'iode dans le mélange : c'est ce qu'a fait M. Gay-Lussac pour constater l'identité d'un tel mélange avec la dissolution de chlorure d'iode (1).

La reproduction d'ammoniaque dont il vient d'être question, en présence de l'iode avide d'hydrogène, est assez remarquable en ce qu'elle nous offre un exemple des mieux caractérisés de cette action réciproque et simultanée des corps que nous appelons *affinité double*, qui donne des combinaisons qui s'opéreraient en sens inverse avec les mêmes élémens mis en contact dans une autre circonstance; car, dans le cas présent, si rien ne changeait l'affinité ordinaire de l'iode pour l'hydrogène, on devrait avoir de l'acide hydriodique et de l'acide nitreux ou nitrique; mais l'action a lieu dans un autre ordre, parce que la tendance d'un acide à s'unir à une base détermine et la formation de l'acide et la formation de la base; cet acide est l'acide iodique, et la base l'ammoniaque.

On voit, ainsi qu'on l'a observé, pourquoi, dans la décomposition spontanée des matières animales ou végétales azotées, il y a production d'acide nitrique lorsqu'elles sont en contact avec les bases et formation d'ammoniaque hors de leur présence.

Ce principe a été rappelé par M. Gay-Lussac, dans l'instruction sur la fabrication du salpêtre, avec des développemens du plus haut intérêt, et qu'on ne doit pas perdre de vue quand on s'occupe de l'exploitation des nitrières artificielles.

---

(1) *Annales de Chimie*, tome XCI, page 52.

M. Vauquelin, dans l'étude qu'il vient de faire du suc de carottes et de l'acide pectique, au milieu de considérations générales des plus importantes, a fait connaître l'influence que les bases peuvent avoir sur la transformation des acides végétaux les uns dans les autres et sur leur reproduction (1).

Préparation de l'iodure d'azote.

On a les conditions les plus favorables, ainsi qu'on l'a déjà dit, pour préparer l'iodure d'azote, en saturant d'iode de l'alcool à 33°, filtrant ou décantant pour séparer quelques impuretés qui s'y trouvent toujours, et y versant de l'ammoniaque liquide en grand excès; on agite avec un tube en opérant dans une capsule. On étend d'eau, et par le repos l'iodure se dépose de manière à ce qu'avec de l'habitude on peut décanter facilement jusqu'à la dernière portion le liquide surnageant; on lave jusqu'à ce que l'eau de lavage n'agisse plus sur le papier curcuma; l'iodure reste sous forme d'une pâte fine et noire. Le lavage par décantation est plus commode et plutôt achevé; on est pourtant quelquefois obligé de le terminer sur le filtre, parce que l'iodure étant extrêmement divisé, une partie ne se dépose que lentement.

Quoi qu'il en soit, cette simple modification en fait un procédé incomparablement supérieur à ce qu'il est, tel qu'on l'a indiqué. L'iode, ainsi dissous, est dans un état moléculaire qui lui donne plus d'aptitude à la combinaison que dans l'état de division mécanique où on le réduit par la pulvérisation. Pour des expériences rigoureuses, on a la certitude que tout l'iode est bien combiné, que le produit est pur; mais l'avantage le plus marqué qu'il présente est la possibilité de le laver exactement, et de l'agiter sous l'eau sans craindre les déto-

---

(1) Depuis, M Gay-Lussac a fait, à ce sujet, des expériences extrêmement intéressantes, d'après lesquelles il a constaté que l'action de la potasse sur les matières organiques donnait naissance à de l'oxalate de cette base.

nations. La pression, même avec un tube qui, dans ce cas, fait détoner si facilement l'iodure ordinaire, est sans effet sur celui-ci.

L'iode, précipité de sa dissolution alcoolique par l'eau, mis ensuite en contact avec l'ammoniaque liquide, donne un iodure qui, comme celui fait avec l'iode en poudre, détonne sous l'eau par le plus léger frottement.

On a dit qu'il ne se dégageait pas de gaz dans la préparation de l'iodure d'azote; on peut se convaincre du contraire en mêlant, soit de la dissolution alcoolique d'iode, soit de l'iode en poudre, avec l'ammoniaque liquide, dans un tube fermé par un bout et renversé sur une capsule contenant de l'eau. On voit, dès les premiers momens, des bulles de gaz azote extrêmement fines venir crever à la partie supérieure, et dont la quantité augmente successivement et rapidement.

Sur le chlorure d'azote.

Les observations que j'avais faites sur l'iodure d'azote m'ont conduit à soumettre aux mêmes expériences le chlorure d'azote, et l'analogie faisait prévoir que l'on obtiendrait des résultats semblables à ceux qu'avait présentés l'iodure. Cependant des différences notables ont été observées dans les produits que donne le chlorure d'azote lorsqu'il est en contact avec l'eau seulement, ou en même temps avec des corps qui n'ont pas d'action sur ce liquide.

J'ai préparé une assez grande quantité de chlorure d'azote par le moyen qui consiste à faire une dissolution de 1 partie d'hydrochlorate d'ammoniaque et 15 parties d'eau qu'on distribue tiède dans des assiettes sur lesquelles on renverse des cloches pleines de chlore. En 15 à 20 minutes, le chlorure est produit, en ayant soin d'ajouter de la dissolution à mesure qu'elle monte dans la cloche par l'absorption du chlore.

Le chlorure a été lavé à l'eau distillée dans les assiettes mêmes où il a été formé, après en avoir retiré les cloches

avec précaution pour ne pas le disperser par l'agitation. Le lavage a été continué jusqu'à ce que l'eau ne précipitât plus par le nitrate d'argent, afin d'avoir la certitude qu'il ne restât plus de l'hydrochlorate employé à sa préparation. On tient l'assiette inclinée de manière à ce que le chlorure se trouve réuni à la partie inférieure, et l'on y fait couler de l'eau continuellement pour qu'il en reste toujours couvert, et éviter sa disparition qui, à l'air, s'effectue en un clin d'œil, tant il est volatil.

On a placé des portions de ce chlorure dans de grandes éprouvettes contenant déjà un peu d'eau distillée, et on les a remplies d'acide hydrosulfurique liquide. Bientôt du soufre a rendu la liqueur lactescente. De loin en loin une bulle de gaz s'est montrée à la surface du chlorure. L'acide hydrosulfurique n'étant pas en quantité suffisante, il a été renouvelé; et de temps en temps le liquide surnageant a été décanté en majeure partie, pour être reversé sur le chlorure; ce qui donne lieu à un mouvement qui le mêle à l'acide hydrosulfurique et hâte sa décomposition. Il faut éviter de faire usage de tubes pour agiter, car le frottement peut déterminer l'explosion.

Le chlorure ayant disparu, le liquide, concentré par la chaleur et filtré pour en séparer le soufre, contenait de l'hydrochlorate d'ammoniaque avec un excès d'acide proportionnel à la quantité d'azote mise en liberté, et correspondant à la quantité de chlore convertie alors en acide hydrochlorique par l'hydrogène sulfuré.

On a indiqué (*Thomson*, tome 1, page 251) que le chlorure d'azote dans l'acide hydrochlorique concentré donne lieu à une grande émission de gaz, et qu'il restait dans la liqueur de l'hydrochlorate d'ammoniaque.

Le célèbre auteur de la découverte du chlorure d'azote, dont le zèle pour les progrès de la science égale la modestie et le profond savoir, ayant été arrêté dans l'étude de ce corps par les blessures graves que lui avaient occasionées les explosions réitérées de ses appareils, n'a pu compléter l'examen de cette trop redoutable substance. Nous ne connaissons que ce qu'il avait pu faire à ce sujet au moment où il a été mis dans l'impossibilité de conti-

nuer ses recherches : on y a peu ajouté depuis ; seulement quelques chimistes ont donné une liste des substances avec lesquelles le chlorure d'azote fait explosion. J'ai profité de l'occasion pour le mettre en contact avec d'autres corps encore, ou avec quelques-uns de ceux déjà essayés, et qui m'ont présenté des résultats non observés.

1°. Sous l'*eau pure*, à la température ordinaire, tout disparaît en vingt-quatre heures ; une partie se sépare en chlore et azote, et l'autre décompose l'eau, d'où résultent de l'acide hydrochlorique et de l'acide nitrique.

2°. La *potasse caustique* en dégage de l'azote, et il y a formation de nitrate et d'hydrochlorate de potasse.

3°. *Hydrogène sulfuré* : la manière dont il agit et qu'on ignorait entièrement vient d'être exposée plus haut.

4°. *Soufre* : il s'y dissout paisiblement, mais il faut agir sur de petites quantités à la fois.

Il se forme en peu de temps de l'acide hydrochlorique, de l'acide sulfurique et de l'ammoniaque ; une odeur de chlorure de soufre se fait sentir, et il se dégage de l'azote.

5°. *Sulfure de carbone* mêlé au chlorure d'azote ; action lente, azote dégagé ; acides hydrochlorique et sulfurique formés ; ammoniaque.

Ce même mélange, dans lequel on jette un fragment suffisant de phosphore, éprouve une décomposition subite avec une vive ébullition sans détonation, comme l'ont observé MM. Berzelius et Marcet ; et on a les mêmes produits que ceux qui résultent de l'action du chlorure de phosphore sur l'eau, plus de l'ammoniaque.

6°. Le *sélénium* produit une explosion aussi prompte et aussi violente que le phosphore.

7°. L'*arsenic en poudre* détone aussi violemment avec une grande lumière.

8°. L'*oxide d'arsenic* (acide arsénieux) : la décomposition tranquille n'est pas long-temps à s'opérer ; du chlorure d'azote se volatilise, une autre partie donne lieu à de l'acide hydrochlorique et de l'ammoniaque.

9°. Le *nitrate d'argent* agit assez promptement et aussi tranquillement ; dégagement abondant de gaz composé en majeure partie de chlore et d'un peu d'azote.

Dans ce cas, une partie du chlorure se sépare en chlore et en azote, qui seraient sans doute dans le rapport de 1 volume d'azote pour 3 volumes de chlore, si ce dernier n'était pas absorbé en partie. Dans la séparation que j'ai faite de ces deux gaz au moyen de la potasse, j'ai trouvé des quantités variables de chlore, souvent les deux tiers du volume total, selon le temps qu'il restait en contact avec le nitrate d'argent, ou que ses points de contact étaient plus ou moins multipliés par l'agitation.

Cette séparation du chlore au milieu du nitrate d'argent paraît singulière ; mais, en observant les cloches sous lesquelles l'action se passe, on voit l'azote, provenant de la partie du chlorure d'azote qui se décompose en chlore et azote, entraîner avec lui le chlorure non décomposé, lequel reste à la surface du liquide plus en contact avec le chlorure d'argent formé qu'avec le nitrate d'argent excédant ; dans cette position, la séparation des deux élémens, chlore et azote, continue.

Ainsi le chlorure d'azote, au contact du nitrate d'argent, se décompose en partie en chlore et en azote qui se dégage ; il y a formation de chlorure d'argent et d'acide nitrique, qui s'ajoute à celui provenant du nitrate d'argent décomposé. On ne trouve point dans la liqueur d'acide nitreux, ni dans les gaz de l'oxide de chlore ou du protoxide d'azote.

10°. L'*oxide d'argent* : décomposition assez prompte ; un peu d'azote dégagé ; formation de chlorure d'argent et d'acide nitrique ; conséquemment nitrate, l'oxide d'argent étant en excès. La liqueur, chauffée et filtrée

pour en séparer le chlorure, précipite abondamment par l'acide hydrochlorique.

11°. Avec les *oxides de cuivre, de cobalt, de plomb*, il y a dégagement d'azote, formation d'acides nitrique et hydrochlorique.

Sur l'argent fulminant.

Le composé d'argent qu'on obtient en mettant en contact de l'oxide d'argent et de l'ammoniaque dont on doit la découverte à Berthollet, a été considéré par l'auteur et quelques chimistes comme un *ammoniure d'argent*, et par d'autres comme un *azoture*; c'est-à-dire que, dans le premier cas, il y avait combinaison de l'oxide avec l'ammoniaque, et que dans l'autre, pendant la préparation, l'hydrogène de l'ammoniaque s'unissait à l'oxigène de l'oxide pour former de l'eau, tandis que l'azote s'associait au métal réduit.

On ne peut douter, d'après ce que nous savons du chlorure et de l'iodure d'azote, que ce composé fulminant ne soit formé d'azote et d'argent.

Je rapporte les expériences auxquelles je l'ai soumis.

1°. On a versé sur de l'argent fulminant placé sous l'eau, après plusieurs jours de préparation, de l'acide hydrochlorique en excès; il s'est formé tout-à-coup, sans dégagement de gaz, du chlorure d'argent et de l'hydrochlorate d'ammoniaque.

2°. Sous l'acide sulfurique étendu, l'argent fulminant a laissé dégager un peu d'azote; mais la majeure partie s'est transformée en sulfate d'argent et en sulfate d'ammoniaque.

3°. L'hydrogène sulfuré l'a converti en sulfure d'argent et en hydrosulfate d'ammoniaque.

Tous ces phénomènes peuvent s'interpréter de deux manières, en considérant le composé ou comme un azoture ou comme un ammoniure; mais le dégagement d'azote assez remarquable, produit au contact de l'acide sulfurique, ne permet pas de croire que l'ammoniaque

pût être décomposée sous l'influence de cet acide; ce qui établit bien que l'argent fulminant est un composé binaire d'argent et d'azote, ainsi que M. Gay-Lussac l'a dit il y a long-temps. (*Annales de Chimie*, t. XCI, p. 117.)

Les observations dont je viens de donner les détails offrent de l'intérêt dans les exemples remarquables et bien caractérisés de la décomposition et de la reproduction de l'ammoniaque; elles ajoutent en outre, aux histoires encore incomplètes de l'iodure et du chlorure d'azote, plusieurs faits nouveaux dignes d'attention, et susceptibles d'éclairer quelques points de théorie sur lesquels nous manquons de données précises. J'ai cru d'autant plus utile de faire connaître ces observations qu'il est probable qu'on ne serait revenu de long-temps sur les recherches qui les ont produites, d'après la connaissance qu'on a généralement du danger imminent qui les accompagne.

Rapport *verbal fait à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 2 novembre, sur les appareils de M. Aldini pour préserver le corps de l'action de la flamme.*

Par M. Gay-Lussac.

L'Académie, sur la demande de M. Aldini, avait nommé une commission composée de MM. Fourier, Dulong, Chevreul et Flourens, et de moi, pour examiner un appareil propre à garantir les sapeurs-pompiers de l'action de la flamme dans les incendies, et lui en rendre compte. En conséquence, M. Aldini avait exposé à la commission, dans une conférence particulière, les principes de ses appareils, et l'avait invitée à assister à une expérience qui devait être faite dans la caserne des sapeurs-pompiers de la rue de la Paix, en présence de l'autorité administrative et d'un

certain nombre d'individus. La commission s'est rendue à l'invitation de M. Aldini; mais considérant que ce savant avait déjà donné à ses appareils une très-grande publicité, et que des jugemens en avaient été portés, elle a pensé que, conformément aux règlemens de l'Académie qui lui interdisent tout examen sur un objet publié ou déjà examiné, elle devait s'abstenir de lui présenter un rapport écrit, parce qu'il aurait appelé son jugement. Toutefois, en prenant cette détermination, la commission n'a pas voulu laisser ignorer à l'Académie l'opinion favorable qu'elle avait conçue des appareils de M. Aldini, et j'ai été chargé par mes collègues de lui communiquer verbalement le résultat des expériences faites sous ses yeux.

L'appareil préservateur de M. Aldini se compose de deux vêtemens; l'un en tissu épais d'amiante ou de laine rendue incombustible au moyen d'une dissolution saline; l'autre en toile métallique de fil de fer, recouvrant le premier.

On sait, par les belles expériences de Davy, qu'un réseau métallique, à mailles suffisamment étroites, intercepte complètement la flamme, lors même qu'elle est poussée par une forte pression, comme dans le cas d'un mélange explosif. Cet effet est produit par le refroidissement de la flamme que cause le métal, et conséquemment ne peut avoir lieu sans que ce dernier n'éprouve une élévation de température proportionnelle à la durée du contact de la flamme avec le réseau métallique.

Ce vêtement, dont la masse est peu considérable, serait donc seul inefficace pour garantir le corps de l'action de la chaleur; mais le vêtement en amiante ou en laine s'oppose, par son épaisseur et sa faible propriété conductrice, à l'arrivée de la chaleur jusqu'à la surface du corps, et complète avec le tissu métallique un abri impénétrable pendant un temps qui doit suffire aux manœuvres du sapeur-pompier. Il est même d'une indispensable nécessité et d'une importance bien plus grande que le réseau métallique; car il n'y a pas de

doute que dans la plupart des circonstances, il ne défendît seul le sapeur-pompier des atteintes de la chaleur.

C'est avec ces deux enveloppes que M. Aldini d'abord, et, à son exemple, un grand nombre de sapeurs-pompiers ont affronté les flammes les plus ardentes. Il suffira, pour faire partager l'opinion favorable de la commission sur leur efficacité, de rapporter les deux expériences principales dont elle a été témoin.

Un pompier, doublement enveloppé de tissu incombustible et de toile métallique, a présenté sa face à la flamme d'un feu de paille qu'on entretenait dans une chaudière, et il en a supporté l'action une minute et un tiers. Un autre pompier, armé comme le précédent, mais ayant de plus un carton d'amiante sur le front, a résisté deux minutes trente-sept secondes sans éprouver de sentimens douloureux. Les pulsations du pouls du premier se sont élevées, par minute, pendant l'expérience, de 80 à 120, et celles du second de 72 à 100.

Mais cette expérience n'était que le prélude d'une autre bien plus imposante; le passage des pompiers à travers les flammes sur une longueur de 10 mètres (31 pieds).

On avait formé deux haies parallèles et distantes d'environ un mètre, avec de la paille et du menu bois, soutenus par des fils de fer. Lorsque ces matières combustibles ont été enflammées, il a fallu s'en tenir à huit ou dix pas pour ne pas souffrir de la chaleur. Les flammes confondues des deux haies s'élevaient au moins à 3 mètres, et semblaient remplir tout l'espace entre les deux haies. C'est dans ce moment que six sapeurs-pompiers, armés de l'appareil de M. Aldini, et se suivant au petit pas, ont parcouru plusieurs fois de suite tout l'espace entre les deux haies enflammées, sans cesse alimentées de combustible. L'un d'eux portait un enfant de huit ans dans une hotte en osier, recouverte extérieurement de toile métallique; l'enfant n'avait qu'un masque d'étoffe incombustible. Cette expérience, que les assistans n'ont pas suivie sans un sen-

timent de frayeur, a eu le résultat le plus satisfaisant ; et nous la regarderions comme entièrement décisive, si elle eût été faite au milieu de la fumée. Aucun pompier n'a reçu de brûlures. Celui qui portait l'enfant s'est retiré au bout d'une minute, aux cris de l'enfant qui a été saisi de frayeur, par suite d'un mouvement trop brusque qu'a fait le pompier pour mieux placer la hotte sur ses épaules. Mais l'enfant n'a réellement pas souffert ; sa peau, lorsqu'il est sorti de la hotte, était fraîche, et ses pulsations ne s'étaient élevées que de 84 à 98. Les autres pompiers ont soutenu cette épreuve fatigante deux minutes vingt-deux secondes.

Les pulsations du pompier qui portait l'enfant se sont élevées de..... 92 à 116 ;
Celles du second..... 88 152 ;
troisième..... 84 138 ;
quatrième..... 78 124.
On n'a pas noté celles des deux autres (1).

Tous ces pompiers étaient couverts de sueur.

La circonstance qui a paru le plus frapper, et on peut dire inquiéter les assistans, a été la crainte que la respiration ne fût compromise. Comment, s'est-on demandé, peut-on respirer au milieu des flammes ?

Si, lorsqu'on dit que les pompiers ont traversé les flammes, on prenait à la lettre qu'ils en ont été constamment enveloppés pendant deux à trois minutes, leur position aurait dû paraître très-dangereuse. Nous nous sommes assurés, M. D'Arcet et moi, par un grand nombre d'expériences, que toutes les fois qu'un fourneau, suffisamment échauffé, fume ou laisse sortir de la flamme, l'air pris dans l'intérieur de ce four est entièrement privé d'oxigène. Il est donc certain que, dans la flamme, après même qu'elle aurait été éteinte par le réseau

(1) On ne peut tirer aucune conséquence de ces différences dans le nombre des pulsations, avant et après l'expérience. Sans aucun doute, elles sont en partie un effet de la chaleur ; mais aussi l'agitation causée par une position si nouvelle et si effrayante doit y avoir eu beaucoup de part.

métallique, la respiration ne pourrait plus avoir lieu, et que l'asphyxie serait imminente. Si les pompiers n'ont pas éprouvé de difficulté à respirer, il faut qu'un air assez pur soit parvenu jusqu'à eux, et on en peut concevoir la possibilité de plusieurs manières :

1°. Il est certain que les pompiers n'ont pas eu constamment la tête dans les flammes, que l'on sait si mobiles au gré des plus légers courans, et conséquemment qu'ils ont pu trouver des momens favorables à la respiration.

2°. En admettant que les pompiers soient restés trop long-temps dans les flammes pour trouver à respirer facilement, il faudrait alors concevoir que de l'air frais peut s'élever entre les deux tissus qui ne se touchent pas, et fournir ainsi à la respiration.

D'ailleurs il n'est pas difficile de retenir sa respiration trente, soixante secondes, et même plus; et quoique nous ne pensions pas que les pompiers aient employé ce moyen en longeant les haies enflammées, le court espace de temps qu'il faut pour parcourir 10 mètres leur en donnait la possibilité.

Mais s'il est démontré, par les expériences dont nous avons été témoins, que, dans le plus grand nombre de cas et à l'air libre, la respiration peut s'effectuer sans danger, il est bien à craindre qu'elle ne devienne très-difficile dans un espace étroit rempli de fumée, comme cela n'arrive que trop souvent dans les incendies. Ne conviendrait-il pas que le pompier pût respirer un air frais qui lui serait fourni par un réservoir portatif, ou plus simplement par un tuyau flexible rampant le long de son corps, de ses pieds à sa bouche? On sait, en effet, que dans un appartement échauffé et ouvert, l'air frais entre toujours par le bas, tandis que l'air chaud s'échappe par le haut; et conséquemment le pompier aurait ainsi plus de chances de respirer facilement. Nous insistons sur ce point, parce que nous savons que rien ne gêne autant la respiration qu'une fumée épaisse. Nous pensons même qu'il serait utile d'exercer les pompiers à retenir long-temps leur respiration. C'est un art à emprunter aux plongeurs.

Nous avons dit que M. Aldini employait dans ses appareils des tissus d'amiante ou de laine rendue incombustible au moyen d'une dissolution saline; examinons les avantages de chacune de ces substances.

L'amiante, de sa nature, est entièrement incombustible. On la trouve plus abondamment, particulièrement en Corse, qu'on n'avait cru; et depuis madame Lena-Perpenti de Como, qui s'est appliquée à en faire divers tissus, et même de la dentelle (Société d'encouragement, année 1813, pag. 166), on ne peut douter que ce minéral ne se prête aux diverses opérations de la filature et du tissage. M. Aldini s'est aussi occupé à rendre ces opérations plus faciles, et il a présenté à la commission une toile d'amiante de vingt décimètres de long sur seize de large, c'est-à-dire, à peu près aussi grande que celle que l'on conserve dans la bibliothèque du Vatican. Cependant ce tissu sera toujours d'un prix trop élevé pour recevoir de grandes applications, et c'est par ce motif que M. Aldini a cherché à le remplacer par un tissu de laine.

Ce tissu, même sans préparation, n'est que peu inflammable, et, par ce motif, on devrait le préférer, pour les habillemens d'hiver des enfans, aux tissus de coton dont la facile combustion cause tant de funestes accidens; mais, lorsque la laine a été imprégnée de sel ammoniac et de borax (*Annales de Chimie*, XVIII, 211), elle ne prend plus feu; elle se calcine sans propager la combustion, et ne se laisse pénétrer que lentement par la chaleur. Elle a même, sous ce dernier rapport, de l'avantage sur l'amiante; car, d'après l'observation qu'en a faite M. Flourens, un doigt revêtu de tissu d'amiante et présenté à la flamme d'une bougie, reçoit plus tôt l'impression de la chaleur que lorsqu'il est revêtu d'un tissu de laine incombustible de même épaisseur que celui d'amiante. Ainsi, sous le point de vue de l'économie, d'une préparation plus facile, d'un emploi plus commode, d'une beaucoup plus grande légèreté, et même d'une moindre conductibilité de la chaleur, la laine a de l'avantage sur l'amiante, et sa résistance au feu, quoique incomparablement moindre que celle

de ce minéral, est cependant encore assez grande pour supporter une température élevée, et la remplacer dans presque toutes les circonstances que présentent les incendies.

Les tissus d'amiante ou de laine méritent une attention particulière, parce qu'ils sont réellement la partie la plus essentielle de l'appareil de M. Aldini. Employés seuls, ils peuvent garantir le corps, dans la plupart des cas, de l'action de la flamme et de la chaleur, tandis que les tissus métalliques, en éteignant la flamme, n'interceptent pas suffisamment la chaleur. Ces derniers tissus, par leur grande raideur, ont le grave inconvénient de gêner les mouvemens des pompiers, tandis qu'il est pour eux de la plus grande importance de conserver toute leur agilité et de pouvoir se diriger avec certitude. Aussi pensons-nous, d'après ces considérations, que les vêtemens de laine, en tissu suffisamment épais et *serré*, et convenablement imprégnés de dissolutions salines, ou, mieux peut-être, des vêtemens formés par plusieurs tissus légers superposés, mais toujours très-serrés pour ne permettre aucun passage à l'air, auront seuls une efficacité suffisante, et qu'il sera au plus nécessaire, dans quelques circonstances, d'ajouter des pièces mobiles de toile métallique pour défendre les parties du corps les plus exposées à souffrir de la chaleur, en ayant l'attention de laisser entre les deux tissus une certaine distance; car un contact intime rendrait la toile métallique plus nuisible qu'utile.

Outre les vêtemens en tissus incombustibles et en toile métallique dont il vient d'être question, M. Aldini emploie avec le plus grand succès de grands boucliers en toile métallique. Ces boucliers, présentés par les pompiers à un jet de flamme, l'arrêteront merveilleusement, et leur permettront alors de voir leur chemin, de franchir des espaces envahis par la flamme, et d'exécuter leurs manœuvres. Ils sont un supplément très-utile d'un vêtement en laine incombustible, et une arme d'autant plus précieuse pour les pompiers non vêtus de tissus incombustibles, qu'ils ne causent aucun embarras, et qu'on peut les abandonner et les reprendre,

en très-peu de temps, sans aucune difficulté. Des châssis en toile métallique destinés à intercepter la flamme sortant par une porte ou toute autre ouverture, paraissent aussi devoir être d'un très-grand secours. Mais ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans le détail de toutes les applications qu'a faites M. Aldini de la toile métallique et des tissus incombustibles. Ce savant philanthrope prépare pour l'impression un ouvrage destiné à faire connaître ses appareils, dans lequel il donnera tous les renseignemens convenables.

M. Aldini ne s'est pas borné à proposer des appareils conservateurs pour les incendies; ce qui est plus difficile et certainement plus rare, il les a mis lui-même à exécution, et en a poursuivi l'adoption avec un zèle infatigable. C'est aussi par les difficultés nombreuses qu'il a éprouvées qu'il n'en a que mieux apprécié la coopération éclairée de M. le baron Plazanet, colonel des Pompiers, et le dévouement de ces derniers à se prêter aux expériences les plus difficiles.

La commission, qui a vu par elle-même les résultats de ces expériences, reste unanimement convaincue que les appareils de M. Aldini, avec de légères modifications qu'ils ne tarderont pas à recevoir, seront d'une grande utilité dans les incendies pour pénétrer dans des lieux embrasés, y porter des secours, enlever des objets précieux, et surtout pour conserver la vie à des infortunés prêts à la perdre dans les plus affreux tourmens. M. Aldini a donc bien mérité de l'humanité, et les services qu'il a rendus rentrent tout-à-fait dans ceux que la philanthropie de M. de Monthyon a voulu encourager et qu'elle a appelés à des concours solennels. Cette pensée que les travaux de M. Aldini y trouveront une noble récompense, a diminué les regrets que nous avions éprouvés de ne pouvoir les présenter au jugement de l'Académie à cause de la publicité qu'ils avaient déjà acquise.

Sur *la Formation de l'éther acétique par la décomposition réciproque de l'hydrocarbure de chlore et de l'eau.*

Si l'on met dans un vase très-peu d'eau avec l'hydrocarbure de chlore, obtenu avec le chlore et le gaz oléfiant, et qu'on expose le mélange à la lumière, il se forme très-promptement de l'acide hydrochlorique qui se dégage aussitôt qu'on ouvre le vase, et le liquide restant a l'odeur de l'éther acétique. Au bout de quelque temps, toute l'eau a disparu; si on ajoute successivement de petites quantités d'eau, toujours sous l'influence de la lumière, on obtient une quantité notable d'éther acétique, dont la composition peut être prouvée d'une manière élégante par ce procédé.

En effet, d'après les expériences de M. Despretz, l'hydrocarbure de chlore est formé d'une proportion de chlore et de deux de gaz oléfiant, ou de $Cl+2C+2H$; ou, en multipliant par 4, de $4\,Cl+8\,C+8\,H$. L'éther acétique, d'après Dumas et Boullay, est formé de $4\,O+8\,C+8\,H$.

L'eau étant décomposée par l'hydrocarbure de chlore, l'hydrogène de 4 proportions formera de l'acide hydrochlorique avec les 4 proportions de chlore, et les 4 proportions d'oxigène mis en liberté se substitueront au chlore; l'hydrocarbure de chlore sera ainsi transformé en éther acétique.

Il se forme beaucoup d'éther acétique lorsqu'on oxide l'alcool; par exemple, en le distillant avec de l'acide sulfurique et l'oxide noir de manganèse, ou avec de l'acide sulfurique et du bichromate de potasse. Il serait intéressant de rechercher quelle est la décomposition qui a lieu, lorsqu'on fait passer du chlore dans une dissolution de potasse dans l'alcool, opération dans laquelle il ne se forme pas de chlorate de potasse. *Ch.* (1). (*Annalen der Physik.* XIV. 538.)

---

(1) La décomposition est la même que lorsqu'on fait passer du chlore dans l'alcool. L'acide hydrochlorique qui se forme dans cette circonstance est remplacé dans l'autre par du chlorure de potassium. R.

Lettre *de M. Sérullas à MM. les Rédacteurs des Annales de Chimie et de Physique, sur l'éthérification.*

Comme le Mémoire de M. Hennel, dont vous avez donné la traduction dans votre Cahier de septembre dernier, contient le détail de plusieurs expériences et des vues sur l'éthérification qui ont beaucoup de rapport avec celles que j'ai exposées dans mon travail sur le même sujet, je dois rappeler, pour que les lecteurs n'aient pas à supposer que j'ai pu avoir connaissance du Mémoire de M. Hennel, que, bien que le mien n'ait été lu que le 15 octobre 1828, j'avais déjà fait connaître, le 31 mars précédent, deux mois et demi avant M. Hennel, dans une lettre à l'Académie, les principaux résultats de mes recherches; ce qui est constaté par le procès-verbal de la séance (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XXXVII, page 273), et par un extrait qu'en a donné le *Journal de Chimie médicale*, tome IV, page 207.

G. S. Sérullas.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	759,00	+14,2	85	758,74	+18,7	76	757,73	+20,7	74	756,54	+17,8	84	+20,7	+11,5	Serein.	E.
2	756,08	+17,8	77	756,45	+21,8	75	757,00	+21,0	76	758,00	+14 3	80	+21,8	+13,3	Serein.	S.
3	756,83	+15,7	84	755,50	+18,7	75	753,96	+19,2	70	752,42	+15,0	82	+19,2	+ 9,7	Très-nuageux.	O. S O.
4	756,60	+13,0	84	757,90	+14 5	65	758,36	+14,5	64	758,00	+12,3	77	+14,5	+11,0	Petites éclaircies.	N. O.
5	754,42	+13,7	80	752,15	+15,3	75	750,15	+15,2	79	749,42	+10,6	85	+15,2	+ 9,2	Couvert.	S. O. très-fort.
6	750,78	+10,0	84	750,62	+10,0	83	749,92	+11,8	76	750,57	+ 6,8	84	+11,8	+ 6,8	Petite pluie.	O
7	748,05	+ 8,7	84	745 34	+12,7	76	740,62	+ 9,7	85	734,68	+ 3,2	88	+12,7	+ 3,2	Quelques pet. éclaire.	S. O. assez fort.
8	749,30	+ 6,0	84	751,33	+ 7.3	73	753,02	+ 8,5	65	756,03	+ 6,0	80	+ 8,5	+ 3,8	Couvert.	N. O. ext. fort.
9	761,10	+ 7,2	77	762,40	+ 9,5	66	762,60	+ 9,5	61	765,87	+ 4 0	78	+ 9,5	+ 2,7	A demi-couvert.	N. O. fort.
10	769,70	+ 5,8	80	770,03	+10,3	70	769,72	+11,8	60	770,06	+ 5,8	80	+11,8	+ 1,8	Nuageux.	N. O.
11	768,07	+10,5	84	767,34	+13,8	79	766,00	+13,7	80	765,20	+11,3	85	+13,7	+ 7,5	Couvert.	O. S. O.
12	763,37	+11,8	87	763,00	+13,8	83	762,54	+13,8	85	762,80	+12,5	88	+13,8	+10,8	Couvert.	O
13	761,65	+11,5	88	761,50	+12,1	78	759,83	+11,7	76	756,68	+10,6	82	+12,1	+10,6	Couvert.	O.
14	749,10	+12,5	84	747,07	+13,5	80	745,52	+12,5	86	749,33	+ 8,3	89	+13,8	+ 7,8	Couvert.	S. O. très-fort.
15	760,67	+ 7,2	82	762,00	+10,0	71	762,34	+ 9,3	62	762,96	+ 5,0	75	+10,0	+ 3,0	Quelques éclaircies.	N. assez fort
16	764,02	+ 5,8	86	763,25	+10,3	70	761,54	+10,1	63	759,60	+ 8,8	78	+10,9	+ 2,5	Couvert.	S. O.
17	759,20	+13,2	89	759,72	+16,2	77	760,20	+15,7	72	762,77	+13,0	85	+16,2	+11,2	Quelq. pet. éclaire.	O. N. O.
18	763,04	+12,6	84	762,80	+15,1	70	762,40	+16,3	70	762,50	+13,8	82	+16,3	+12,3	Nuageux.	O
19	761,95	+15,2	81	761,27	+18 2	70	760,30	+17,0	72	759,36	+12,5	87	+18,2	+10,2	Eclaircies.	S.
20	756,48	+11,8	86	755,32	+15,3	77	754,40	+16,8	75	754,30	+11,8	85	+16,8	+ 8,0	Beau.	S.
21	757,86	+13,2	85	757,00	+15,0	70	755,35	+16,7	70	753,87	+13,8	89	+16,8	+10,4	Nuageux.	S. S. O. assez f.
22	753,20	+10,0	84	753,24	+13,8	65	752,65	+13,8	58	753,00	+ 6,9	84	+14,5	+ 5,3	Très-nuageux.	S. O.
23	754,77	+ 6,0	88	754'63	+ 8,0	87	754,06	+ 9,5	86	752,82	+ 8,7	89	+ 9,5	+ 3,0	Brouillard. couvert.	N. O.
24	751,80	+ 9,8	89	752,43	+12,0	85	752,80	+11,8	83	755,48	+ 6,8	89	+12,0	+ 6,8	Quelq. petit. éclaire.	N. E.
25	760,80	+ 4,5	88	761,20	+10,5	81	761,20	+12,6	70	762,20	+10 9	85	+12,6	+ 2,7	Vaporeux.	S. S. E.
26	762,67	+ 7,5	85	761.94	+10,3	75	761,45	+12,0	70	763,25	+ 7,5	80	+12,0	+ 6,6	Nuageux.	N. fort.
27	764,68	+ 5,7	88	764.80	+ 6,0	89	764,24	+ 6,5	85	764,25	+ 6,8	87	+ 6,7	+ 5,7	Couvert, brouillard.	N.
28	761,76	+ 7,0	89	761,00	+ 9,9	88	760,58	+11,0	88	763,30	+ 6,8	88	+11,0	+ 4,8	Pluie fine.	O. N. O.
29	764,70	+ 4,9	88	764,02	+ 8,0	70	763,26	+ 8,5	64	763,40	+ 6,7	84	+ 8,8	+ 2,1	Nuageux.	N. N. O.
30	762,53	+ 3,9	88	761,63	+ 8,6	71	760,48	+ 9,3	70	758,82	+ 8,5	85	+ 9,3	+ 1,3	Quelques nuages.	S. O.
31	753,42	+10,5	88	753,00	+11,7	89	754,04	+ 9,0	87	757,45	+ 5,0	85	+11,8	+ 3,2	Pluie.	O.
1	756,19	+11,2	82	756,05	+18 9	74	755,31	+14,2	71	755,16	+ 9,6	82	+14,6	+ 7,3	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en cent.
2	760,76	+11 2	85	760,33	+13,8	75	759,51	+13,7	74	759,55	+10,8	84	+14 2	+ 8,4	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 3,67o
3	758,93	+ 7,5	87	758,63	+10,3	79	758,19	+11,1	75	758,89	+ 8,0	85	+11 4	+ 4,7	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 3,21o
	758,63	+ 9,9	85	758,34	+12,6	76	757,69	+12.9	74	757,90	+ 9,4	84	+13,3	+ 6,7	Moyennes du mois, + 10,0.	

MÉMOIRE

Sur les Sulfures, Iodures, Bromures, etc., métalliques.

PAR M. BECQUEREL.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, le 26 octobre 1829.)

L'OBSERVATEUR qui cherche à se rendre compte de quelle manière ont pu s'opérer la production et la cristallisation de la plupart des substances que renferment les filons et quelques-unes des formations dont se compose la couche superficielle de notre globe, reconnaît aisément que l'une et l'autre ont dû s'effectuer au moment où les masses se trouvaient dans un état pâteux, favorable à l'accroissement des cristaux, puisque les molécules ne pouvaient arriver que lentement vers les premiers rudimens de cristaux formés.

L'inspection seule des nombreuses géodes de quarz et de chaux carbonatée fermées de toutes parts, et renfermant dans leur intérieur des cristaux de diverses substances, dont les formes ont subi une dépression semblable à celle qui aurait eu lieu si elles avaient été comprimées par le poids des masses environnantes, porte à croire que des infiltrations lentes de composés différens, à travers des masses dans un état pâteux, ont pu produire des réactions particulières et des groupemens réguliers de molécules, que l'on n'obtient pas toujours par les opérations ordinaires de la chimie, dans lesquelles on ne dispose pas du temps, comme dans la nature. Telle est l'idée qu'on peut se faire du mode de production de quelques-unes des substances que l'on trouve dans le sein de la terre. J'ai pensé que des recherches

propres à appuyer cette théorie de faits positifs devaient fournir des documens utiles à la géologie. En général, dans tous les phénomènes, les causes n'excitent pas moins d'intérêt que les effets qui en découlent. Les causes premières nous seront à jamais inconnues; mais les causes secondaires, celles qui naissent de forces physiques, dont nous pouvons calculer les actions, rentrent dans le domaine de la philosophie et sont livrées par conséquent à nos investigations.

Dans l'un de mes précédens Mémoires, j'ai montré l'usage que l'on peut faire de l'emploi des forces électriques à petite tension pour obtenir cristallisés des oxides métalliques et diverses espèces de combinaisons chimiques. Je vais prouver maintenant, par des faits incontestables, que les mêmes forces servent à produire d'autres composés analogues à ceux que l'on trouve dans la terre, et, en raison de la simplicité et de la généralité du principe employé, je rendrai probable la conjecture que la nature a employé un moyen semblable pour former les mêmes substances.

La première question à résoudre est celle-ci : les substances minérales qui existent dans les filons ont-elles été dissoutes primitivement dans un liquide qui, en disparaissant lentement, a permis aux molécules de s'arranger suivant les lois de la cristallisation, ou bien proviennent-elles de la décomposition lente de certaines combinaisons peu solubles, dans lesquelles elles entraient comme parties constituantes? Les résultats consignés dans ce Mémoire contribueront, je crois, à jeter quelque jour sur cette question. Avant de les exposer, il est nécessaire d'indiquer les moyens de les obtenir; il suffit pour cela de faire quelques modifications aux appareils que j'ai déjà fait connaître.

Soient *ab*, *a′b′* deux petits tubes ouverts, chacun par leurs deux bouts, et remplis dans la partie inférieure, jusqu'en *c* et *c′*, d'argile très-fine, légèrement humectée d'un liquide conducteur de l'électricité ; dans la partie supérieure, on verse jusqu'en *d* et *d′* les liquides dont la réaction l'un sur l'autre et sur la lame *mlm′*, formée d'un seul métal, ou de deux métaux, suivant le cas, donne naissance aux effets électriques qui produisent le composé que l'on cherche. Les deux tubes sont placés dans un autre *PQ*, contenant un liquide *ss′*, qui est destiné à établir la communication électrique dans l'appareil.

L'argile sert ici à retarder autant que possible le mélange des liquides renfermés dans les deux petits tubes, et comme chacun de ces liquides se mêle préalablement avec celui du grand tube, il est facile de constater, par l'expérience, que ces différens mélanges ne s'opèrent pas dans le temps qui est nécessaire pour que la formation des composés puisse avoir lieu ; c'est là le point essentiel. L'appareil, ainsi disposé, suffit dans un grand nombre de cas, comme on va le voir.

Des sulfures métalliques cristallisés.

On trouve dans la terre treize sulfures métalliques, dans un état parfait de cristallisation, tandis que l'art ne peut les obtenir qu'amorphes, soit en décomposant les sulfates par le charbon à une haute température, soit par l'action du soufre sur les métaux à l'aide de la chaleur, soit par celle des hydro-sulfates alcalins sur les dissolutions métalliques, modes de formation trop prompts pour que les molécules aient le temps de se grouper suivant

les lois de la cristallisation. D'après cela, pour obtenir ces composés cristallisés, il faut suivre une autre marche.

Les sulfures naturels sont, les sulfures de zinc, de fer, de manganèse, d'étain, d'arsenic, de molybdène, d'antimoine, de bismuth, de cuivre, de plomb, d'argent et de cobalt. Les sulfures n'ont aucune espèce d'action, à froid sur le gaz oxigène bien sec; mais ceux dont les métaux sont très-oxidables en ont une sur le gaz humide, ils l'absorbent très-lentement et se changent en sulfates ou en sulfites. De plus, lorsqu'un métal est capable de décomposer l'eau à la température ordinaire, son sulfure la décompose également à cette même température.

Les métaux attaqués par l'acide nitrique, lorsqu'ils sont isolés, le sont presque tous lorsqu'ils sont unis au soufre. Il en résulte un oxide métallique, de l'oxide d'azote ou du gaz azote, et de l'acide sulfurique qui se combine en tout ou en partie avec l'oxide métallique. Telles sont les principales propriétés des sulfures qui vont servir avec l'action des forces électro-chimiques à obtenir cristallisés ces composés.

Sulfure d'argent.

Je ne m'occuperai ici que des sulfures dont les métaux ne décomposent pas l'eau, et je commencerai par celui d'argent; voici le procédé que j'ai suivi : On verse dans le tube *a* une dissolution saturée de nitrate d'argent, et dans le tube *a'* une dissolution d'hydro-sulfate de potasse, en partie décomposée par le contact de l'air, afin d'avoir une action moins forte; puis l'on plonge dans chacune d'elles l'un des bouts d'un fil ou d'une lame d'argent pur. Voici ce qui se passe : peu à peu le nitrate d'argent est décomposé en raison d'actions électriques

connues ; le bout du fil qui plonge dans la dissolution du nitrate d'argent étant le pôle négatif, se recouvre d'argent à l'état métallique, tandis que, de l'autre côté, il se forme de l'eau et du sulfure d'argent qui se combine avec une certaine quantité de sulfure de potassium. Ce double sulfure, qui cristallise en beaux prismes, se décompose peu à peu par l'action de l'acide nitrique, qui n'arrive qu'en dernier lieu, attendu que, dans les décompositions chimiques opérées par des forces électriques à petite tension, l'oxigène se porte d'abord seul au pôle positif et l'acide ne vient qu'ensuite ; propriété qui influe singulièrement sur les phénomènes électro-chimiques. Il se forme du sulfate de potasse, et le sulfure d'argent reste intact tant que la petite quantité d'acide nitrique qui arrive ne suffit que pour réagir sur lui. Pendant cette action, une partie du liquide s'évapore, et il ne reste plus au fond du tube, au-dessus de l'argile, qu'une matière pâteuse, au milieu de laquelle le sulfure d'argent cristallise en jolis petits cristaux octaèdres, non-seulement sur la lame d'argent, mais encore sur les parois du tube.

Ces cristaux ont le même aspect que ceux de la même substance que l'on trouve dans les mines d'argent ; comme eux, ils s'étendent légèrement sous le marteau ; leur couleur est gris de plomb, et leur surface extérieure est terne. La ressemblance est telle que les cristaux artificiels ne peuvent être en rien distingués des cristaux naturels. L'action de l'air doit concourir aussi à la décomposition du double sulfure, en fournissant de l'oxigène au soufre et au potassium.

La cristallisation du sulfure d'argent est due à ce que, la décomposition du double sulfure s'opérant très-lente-

ment, les molécules ont alors le temps d'effectuer le mouvement d'oscillation nécessaire pour que les faces similaires puissent réagir les unes sur les autres en vertu des lois de la cristallisation.

On n'obtient rien de semblable, quand le sulfure de potassium est pur et concentré, attendu que les actions sont trop vives. J'indiquerai, dans un autre travail, la composition du sulfure que l'on doit employer.

Sulfure de cuivre.

Si le principe à l'aide duquel on parvient à former le sulfure d'argent est général, on doit l'appliquer aux autres sulfures métalliques. Effectivement, si l'on remplace la dissolution de nitrate d'argent dans le tube *a*, par celle de nitrate de cuivre, et la lame d'argent par une lame de cuivre, il ne tarde pas à se former dans le tube *a'* un double sulfure de cuivre et de potassium qui cristallise en aiguilles soyeuses très-fines. Peu à peu ce double sulfure se décompose, et l'on finit par obtenir sur la lame de cuivre des cristaux à faces triangulaires qui ont un à deux millimètres de longueur.

Ces cristaux sont d'un gris métallique, et quelques-uns nuancés de bleuâtre; leur poussière est noirâtre. Ils se dissolvent dans l'ammoniaque, qu'ils colorent en bleu, et il est facile de reconnaître qu'ils ne sont composés que de soufre et de cuivre. Ces caractères sont les mêmes que ceux qui conviennent au sulfure de cuivre naturel. L'analyse fera connaître les quantités relatives de métal et de soufre qui entrent dans ce composé.

De l'Oxi-sulfure d'antimoine ou kermès.

On trouve dans la nature un antimoine hydro-sulfuré

d'un rouge sombre, qui se présente en masses granuleuses ou sous la forme aciculaire. Pour préparer le kermès par la méthode électro-chimique exposée précédemment, on se sert des mêmes liquides que dans l'expérience précédente; l'on établit la communication entre les deux tubes au moyen d'un arc composé de deux lames cuivre et antimoine. Le bout cuivre, qui plonge dans le nitrate, étant le pôle négatif, attire le cuivre à l'état métallique, tandis que le bout antimoine, ainsi que les parois du tube se recouvrent d'un précipité brun-rouge. Quelque temps après il se forme sur l'antimoine des petits cristaux octaèdres rouges et des lames cristallisées de même nature que le précipité. Ces cristaux sont solubles dans l'hydro-sulfate neutre de potasse, et laissent dégager de l'hydrogène sulfuré par l'action de l'acide hydro-chlorique, dans lequel ils se dissolvent. Les alcalis les rendent jaunes. Tous ces caractères conviennent au kermès proprement dit. C'est la première fois qu'on a obtenu cette substance dans un état cristallin. Comme la théorie de sa formation est la même que celle du sulfure d'argent, je n'en parle pas. L'analyse fera connaître au juste sa composition.

Des Sulfures d'etain, de plomb et de mercure.

En suivant la même marche que précédemment, on peut obtenir le sulfure d'étain en très-petits cristaux cubiques d'un blanc brillant métallique; jusqu'à présent cette substance ne s'est présentée dans la nature que dans un état amorphe.

Les expériences relatives à la production des sulfures de plomb et de mercure n'étant pas encore terminées, je ne puis dire quel en sera le résultat; mais il est pro-

bable qu'il sera conforme à la théorie que j'ai exposée, si l'on prend les précautions convenables, pour ne pas opérer trop rapidement la décomposition des doubles sulfures.

Des Sulfures de fer et de zinc.

Ces sulfures, qui sont facilement décomposables par le contact simultané de l'eau et de l'air, doivent être plus difficiles à former que les précédens; aussi ne peut-on espérer de réussir qu'en fermant hermétiquement le bout du tube qui contient l'hydro-sulfate alcalin; encore ce moyen ne suffit-il pas toujours. Je suis parvenu cependant deux fois à obtenir, sur la lame de fer qui se trouvait dans l'hydro-sulfate de potasse, une multitude de petits cristaux cubiques de fer sulfuré, d'une couleur jaune, semblables à ceux des pyrites que l'on trouve dans la nature. Quant au sulfure de zinc, je ne l'ai pas encore obtenu; mais tout porte à croire qu'en modifiant convenablement les appareils, on pourra le former.

D'après l'exposé que je viens de présenter, il est permis de croire que la nature a pu suivre une marche semblable pour produire les sulfures que nous trouvons dans les filons.

Le sulfate d'argent, par exemple, s'y rencontre combiné, tantôt avec le sulfure d'antimoine, tantôt avec celui d'arsenic ou de plomb, c'est-à-dire, avec les sulfures des métaux électro-positifs qui ne décomposent pas l'eau. Ces combinaisons n'ont dû éprouver par conséquent aucune action de la part de l'air, et sont restées dans l'état où elles étaient à l'époque de leur formation; mais il n'en a pas été de même des doubles sulfures d'argent et de potassium ou de sodium, qui se sont formés sans doute à l'époque de la consolidation des grandes

masses ; les alcalis ne faisant pas alors partie des végétaux qui n'existaient pas durent entrer dans un grand nombre de composés où se trouvait également le soufre, comme eux, répandu très-abondamment dans la nature. Une décomposition lente a dû commencer, et il en sera résulté de l'argent sulfuré cristallisé.

Les mêmes réflexions s'appliquent aux autres sulfures métalliques, même à ceux de zinc et de fer qui auront pu être formés hors du contact de l'air et sous l'influence de forces analogues à celles que l'on développe dans les appareils électro-chimiques.

Le facies des sulfures métalliques formés par le procédé que j'ai décrit, est tellement semblable à celui des sulfures naturels, tant sous le rapport des formes, du groupement des cristaux, de la couleur et de l'aspect général, que tout porte à croire que les forces dont j'ai fait usage sont au nombre de celles dont la nature s'est servie pour les produire.

On doit conclure des faits précédens que, pour obtenir cristallisée une substance insoluble, il suffit de la faire entrer en combinaison avec une autre qui soit soluble, et d'opérer ensuite une décomposition très-lente, analogue à celle qui se produit dans les appareils électro-chimiques. Je citerai, à l'appui de cette opinion, l'expérience suivante. De l'argile très-divisée et humectée d'une solution d'arséniate de potasse a été mise dans un tube de verre, puis on a versé dessus une solution de nitrate de cuivre ; la réaction des deux solutions a eu lieu dans les premiers instans seulement à la surface du contact de l'argile et de la solution de nitrate ; mais peu à peu celle-ci a pénétré dans la masse de l'argile ; la réac-

tion a eu lieu alors très-lentement, ciconstance favorable à la cristallisation, et l'on a aperçu dans quelques parties vides de l'argile des cristaux semblables à ceux d'arséniate de cuivre. Il est probable que les substances cristallisées qui tapissent les géodes ont eu une origine semblable.

La formation des doubles sulfures et des sulfures simples étant soumise à certaines lois, il ne faut pas donner aux tubes des dimensions quelconques, et employer des liquides dont la conductibilité électrique serait trop considérable; s'il se formait, par exemple, une trop grande quantité de double sulfure pour être décomposée complètement par l'acide qui vient du tube où se trouve le nitrate de cuivre ou le nitrate d'argent, l'opération serait incomplète. D'un autre côté, si le liquide du grand tube et celui de l'argile étaient trop bons conducteurs, l'oxigène et l'acide seraient peut-être transportés en même temps au pôle positif, et l'on n'aurait pas alors les réactions nécessaires pour la production des composés que l'on veut former. Ainsi, suivant que les circonstances auront été plus ou moins favorables, on aura une cristallisation parfaite, une cristallisation confuse, ou absence de cristallisation et même de production de double sulfure. Je répète encore que, si l'acide arrivait en trop grande quantité dans le tube où se trouve la double combinaison, il réagirait sur chacun des composans, et l'on n'aurait pas le résultat attendu. L'hydro-sulfate alcalin dont j'ai fait usage était en partie décomposé; car, s'il eût été pur, sa réaction propre sur chaqne métal l'eût emporté sur celle que devaient faire naître les forces électriques, et l'on aurait obtenu les résultats que donne la chimie ordinaire.

Des Iodures métalliques.

On sait que les iodures sont soumis à la même loi de composition que les sulfures : on doit donc se procurer les iodures insolubles par le même procédé que celui qui a servi pour les sulfures ; ce n'est là qu'une généralisation du principe.

On substitue, dans l'appareil électro-chimique, l'hydriodate de potasse ou de soude à l'hydro-sulfate alcalin. Avec le plomb, on obtient d'abord un double iodure de plomb et de potassium, qui cristallise en aiguilles blanches soyeuses très-fines ; peu à peu cette combinaison se décompose en commençant par la partie inférieure contiguë à l'argile, puis l'on aperçoit un grand nombre de cristaux dérivant de l'octaèdre régulier, d'un jaune d'or et d'un aspect brillant. Cette substance, qui est insoluble, est de l'iodure de plomb ; c'est la première fois qu'on l'obtient cristallisée.

Le cuivre, soumis au même mode d'action, donne d'abord un double iodure en aiguilles blanches cristallisées ; puis l'on obtient, après la décomposition, de jolis cristaux octaèdres d'iodure de cuivre.

Il est probable que les autres métaux, avec des précautions convenables, conduiraient à des résultats semblables. Les bromures, les séléniures peuvent sans doute être obtenus par le même procédé ; je me borne à indiquer ces faits parce qu'ils découlent d'un principe général, dont l'application ne peut manquer d'intéresser la philosophie naturelle.

Dans un prochain Mémoire, je donnerai de plus grands détails sur le mode de formation des corps que je viens de faire connaître.

Essai *analytique des lichens de l'orseille.*

Par M. Robiquet.

Ayant eu occasion de rechercher dans les différens auteurs quelles étaient les connaissances acquises sur l'orseille, j'ai été étonné du peu de données exactes qu'on possède à cet égard. A peine connaît-on les véritables espèces de lichens qui constituent cette matière tinctoriale ; sa fabrication est encore soumise à un empirisme obscur, et nous sommes dans l'ignorance la plus complète sur la nature de sa matière colorante. Au moment où je regrettais que ce sujet intéressant n'eût encore attiré l'attention d'aucun chimiste, je reçus d'un de mes confrères, M. Codere, pharmacien à Prades, une caisse contenant plusieurs livres du lichen que des fabricans d'orseille de Lyon font récolter, chaque année, sur les rochers des Pyrénées, par des ouvriers qu'ils envoient exprès du Cantal. M. Codere considère ce lichen comme étant celui qui fournit la plus belle orseille, dite *de terre*, et il m'engageait si vivement à en faire l'examen que j'aurais bien désiré pouvoir m'y livrer ; mais ma santé et mes occupations obligées s'y seraient impérieusement opposées, si M. Chedehoux, jeune lauréat de notre Ecole de pharmacie, ne m'eût proposé de me seconder de tous ses moyens. Je demanderai la permission de lui en témoigner ici ma gratitude.

Avant d'entrer en matière, je rappellerai qu'on trouve dans le commerce plusieurs espèces d'orseille, et notamment celle dite *des îles*, et celle connue sous le nom *d'orseille de terre*. La première, qui est la plus estimée

et la plus chère, nous vient des Canaries et du cap Vert; on en reçoit aussi des Açores, de Madère, de la Corse et de la Sardaigne. Berthollet rapporte cette espèce au *lichen roccella*, dont les botanistes distinguent plusieurs variétés. La seconde se récolte sur nos montagnes des Pyrénées, des Alpes, de l'Auvergne, et de la Lozère. Elle est généralement attribuée au *lichen parellus*, et c'est sous la dénomination de *parelle* qu'elle est connue de tous ceux qui s'occupent de sa récolte et de sa fabrication. Cependant M. Cocq, à qui nous devons d'utiles renseignemens sur cet objet (1), affirme, sur l'autorité du célèbre Ramond, dont les sciences déplorent encore la perte récente, que non-seulement l'espèce qui forme la base de l'orseille qu'on récolte en Auvergne n'est pas le *lichen parellus*, mais qu'elle s'en éloigne beaucoup, puisque c'est une variolaire désignée par les botanistes sous le nom de *variolaria orcina*, dont on distingue plusieurs variétés qui sont connues en Auvergne sous les dénominations de *varenne*, de *pucelle* et de *parelle maîtresse*, suivant qu'elle est plus lisse, et à glomérules moins proéminens, comme celle qui croît sur les granits; ou bien que, peu développée encore sur les laves, on la recueille pour la première fois; ou enfin, alors qu'elle a subi tout son accroissement, et qu'on ne la récolte qu'après cinq ou six ans de végétation. A ces variétés d'une même espèce s'ajoutent encore, suivant M. Cocq, différentes espèces, telles que la *variolaria aspergilla*, le *lichen corallinus* et autres; en sorte que cette orseille se trouve composée d'un assez grand nom-

(1) *Annales de Chimie*, tome LXXXI.

bre de ces cryptogames dont on ignore les qualités tinctoriales individuelles, et sans qu'on puisse savoir par conséquent quels sont les plus favorables ou les plus nuisibles. On assure même que les ouvriers chargés de cette récolte les mélangent à dessein pour augmenter leur bénéfice, et ils le peuvent impunément, puisque ceux qui les paient ne savent pas précisément quelles sont les espèces auxquelles ils doivent accorder la préférence. C'est dans l'espérance de jeter quelque jour sur cette branche importante de notre industrie que je me suis décidé à entreprendre le travail dont je vais avoir l'honneur de rendre compte.

On vient de voir que l'orseille d'Auvergne est principalement composée de variolaires, et je dois dire ici que le lichen qui m'a été envoyé par M. Codère, et qu'il regarde comme le plus avantageux pour la fabrication de l'orseille, est encore une variolaire, c'est la *variolaria dealbata* de Dec. fl. fr., *lichen dealbatus acharius*, ainsi que cela a été positivement constaté par mon collègue M. le professeur Clarion. Il est même à remarquer qu'il n'y a pas trouvé un seul fragment de *patellaria*. Il est vrai que M. Codère avait fait faire cette récolte avec un soin extrême, et qu'il avait pris toutes les mesures nécessaires pour que ce lichen ne fût point mélangé, comme l'est celui qu'on expédie aux fabricans d'orseille. Ce sera donc au *variolaria dealbata* qu'on devra rapporter tous les résultats que je vais indiquer.

Après quelques essais de tâtonnement dont il est inutile de faire mention, voici de quelle manière je procédai à l'isolement des divers principes dont j'avais reconnu l'existence dans ce lichen. Il fut d'abord soumis

à plusieurs décoctions successives dans de l'alcool concentré, et à chaque fois ce liquide fut filtré bouillant, afin de pouvoir recueillir une substance blanche, cristalline et comme floconneuse, qui se précipite par le refroidissement, et qui naturellement est plus abondante dans les premières décoctions que dans les suivantes. Lorsque le lichen fut épuisé par ce menstrue, on fit passer sur un même filtre tout l'alcool employé, et là se trouvèrent réunis, pour premier produit, les flocons blancs dont nous avons fait mention. Il est nécessaire de les laver en les arrosant avec un peu d'alcool froid. On fait ensuite évaporer dans un alambic la moitié environ de l'alcool total des teintures, et on recueille, après refroidissement, une nouvelle portion des mêmes flocons blancs, mais qu'on ne doit pas réunir aux précédens, parce qu'ils ont besoin d'être purifiés. On procède semblablement à une seconde distillation, et, après avoir ainsi séparé et tout l'alcool et toute la matière blanche, on obtient, pour produit de l'évaporation complète, un extrait alcoolique qui a une odeur très-prononcée de thériaque récente.

On reprend cet extrait par l'eau froide, et on le lave jusqu'à épuisement complet. La meilleure manière de procéder à ce traitement, c'est de broyer l'extrait dans un mortier ordinaire, et de renouveler l'eau jusqu'à ce qu'elle en sorte sans saveur. Les premiers lavages sont colorés en jaune-brun, et ils ont une saveur sucrée. Evaporés à une douce chaleur, ils fournissent pour produit un liquide brun de consistance sirupeuse, d'une saveur très-sucrée, mais avec un arrière-goût d'amertume assez prononcée. Ce liquide cristallise avec le temps,

en longues aiguilles radiaires et sans consistance qu'il est très-difficile de séparer des eaux mères. Je n'y suis parvenu qu'en les soumettant à une forte pression, et j'ai obtenu ainsi une espèce de moscouade qui, purifiée par le charbon animal, a fourni une masse cristalline, formée de longs prismes d'un blanc-jaunâtre et opaque, d'une saveur toujours sucrée et plus franche.

L'extrait alcoolique, ainsi débarrassé de toute matière soluble dans l'eau, a été ensuite desséché au bain-marie, puis repris par de l'éther qui s'est fortement coloré en vert-jaunâtre. On a fait successivement plusieurs lavages à froid avec ce nouveau menstrue; et toutes les teintures éthérées ayant été réunies dans une même cornue en verre, on a procédé à la distillation à l'aide d'une douce chaleur, et l'opération n'a été arrêtée qu'après avoir retiré les $\frac{5}{6}$ environ de l'éther. Le résidu a offert, après refroidissement, une masse cristalline enveloppée d'un liquide visqueux, très-coloré en vert-brun, d'une saveur âcre et d'une odeur particulière très-prononcée. On a débarrassé les cristaux en les lavant avec une petite quantité d'alcool froid; puis, à l'aide de la chaleur, on les a redissous complètement dans ce même véhicule, et après plusieurs cristallisations et purifications successives on a séparé ce résidu de la teinture éthérée en deux produits différens. L'un cristallise en longues aiguilles blanches et rigides; il est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther; l'autre est une espèce de résine verte qui les enveloppe primitivement, et qui possède une saveur très-âcre.

Lorsqu'on a successivement épuisé l'extrait alcoolique par l'eau et par l'éther, il ne reste plus qu'une masse

brune pâteuse et comme granulée, dont nous indiquerons plus tard les propriétés.

Revenant ensuite au lichen, qui, traité par l'alcool seul, avait déjà fourni au moins cinq produits différens et bien distincts, on l'a fait bouillir à diverses reprises dans de l'eau distillée, après s'être assuré toutefois qu'il ne contenait aucune trace de fécule. Toutes ces décoctions ont été rapprochées à un point convenable, et sans qu'il se soit manifesté aucune apparence de gelée. Essayées par les réactifs pour reconnaître si elles contenaient quelques sels en quantité notable, on a reconnu que l'oxalate d'ammoniaque était à peu près le seul qui eût produit un effet marqué; ce liquide contient donc un sel calcaire, mais en petite quantité. Ce produit a fourni par l'évaporation un extrait gommeux de saveur fade, qui ne possédait, pour ainsi dire, que des propriétés négatives, et n'offrait par conséquent aucune espèce d'intérêt. Ainsi nous ne pensons pas devoir insister davantage, et nous regardons comme suffisant d'en avoir signalé l'existence.

Pour terminer l'extraction des principes du lichen, on a divisé en deux portions celui qui avait été successivement traité par l'alcool et par l'eau pure; la première a été mise en macération dans de l'eau aiguisée d'acide nitrique, et on a brûlé la deuxième dans un vase de platine rougi au feu. La quantité de cendres qui est résultée de cette incinération a été prodigieuse. Comme elles ne pouvaient d'ailleurs contenir aucun sel soluble dans l'eau, on les a immédiatement traitées par de l'acide nitrique faible qui en a dissous une partie.

D'autre part et après un temps suffisant de séjour, on

a filtré la macération acide, puis on l'a saturée par de l'ammoniaque pour en séparer les sels calcaires, et on a obtenu en effet un précipité abondant qui, soumis à la calcination, s'est converti en chaux caustique. Ainsi, suivant toute apparence, ce sel calcaire n'était autre que de l'oxalate de chaux.

Il est aisé de voir, par cet exposé rapide, que tout l'intérêt doit se reporter sur les produits extraits par l'alcool, puisque là seulement peut se retrouver la matière colorante, objet essentiel de nos recherches. Il faut donc reprendre tour-à-tour chacun de ces produits, qui n'ont d'abord présenté aucun caractère assez saillant pour fixer l'attention sous ce point de vue, et procéder, pour ainsi dire, par voie d'élimination, afin d'atteindre le but désiré.

Je commencerai cette espèce de révision par les derniers obtenus, et j'étudierai d'abord le produit qui, après avoir fait primitivement partie de l'extrait alcoolique, a résisté ensuite à l'action de l'eau et à celle de l'éther. Ce produit est d'un brun-rougeâtre très-légèrement acide, entièrement soluble dans l'alcool. Exposé à l'action de la chaleur, il se boursouffle considérablement et fournit un résidu charbonneux très-abondant. Les vapeurs qui s'en exhalent ont une odeur analogue à celle des fumées de tabac. On remarque un liquide jaunâtre, qui finit par se figer dans le col du vase distillatoire. Brûlée avec l'oxide de cuivre, cette matière fournit un peu d'azote. Les acides et les alcalis même concentrés n'y paraissent pas produire d'altération sensible.

Passant au produit suivant, l'un des deux de la solu-

tion éthérée, je n'ai pu y reconnaître que cette matière résinoïde verte qui se rencontre dans presque tous les végétaux, et à laquelle on a donné le nom de *chlorophylle;* en effet, elle a, comme elle, la propriété de se dissoudre dans l'alcool et dans l'éther. Comme elle, elle a une saveur âcre; cependant elle en diffère sous d'autres rapports; ainsi, par exemple, elle se liquéfie avec la plus grande facilité quand on la soumet à l'action de la chaleur; mais il est à remarquer que ce prétendu principe immédiat diffère d'un végétal à l'autre, autant, pour ainsi dire, que les végétaux eux-mêmes, et qu'on ne l'a peut-être pas obtenu deux fois parfaitement identique. Au reste, ce n'est pas le seul qui soit dans ce cas; il en est de même pour les gommes, les résines, etc.

Vient maintenant le principe qui accompagne ce dernier produit dans l'éther; celui-ci ne me semble point avoir d'analogue. Il cristallise, comme nous l'avons dit, en belles aiguilles blanches. Il est très-soluble et dans l'éther et dans l'alcool; il se fond à une chaleur très-douce, et prend alors la transparence des résines liquéfiées; mais par le refroidissement il redevient opaque, et n'offre plus qu'une masse cristalline lamellaire. Si on le chauffe un peu plus fortement, il entre promptement en ébullition, et fournit, sans décomposition apparente, une espèce d'huile essentielle incolore et très-odorante; puis on voit se condenser, dans le col de la cornue, une matière cristalline blanche qui semble être de même nature que la substance primitive, et à peine reste-t-il quelques traces charbonneuses dans le fond du vase, si on l'a choisi de forme convenable;

car, lorsque la cornue a une panse trop profonde, les dernières vapeurs, qui se condensent facilement à la partie supérieure, retombent sans cesse; et ce corps, à force de subir l'action de la chaleur, finit par se décomposer; inconvénient qu'il est facile d'éviter en prenant une très-petite cornue, et en ayant soin de la chauffer en même temps dessus et dessous.

Ce produit, qui par ses singulières propriétés semblait mériter une attention particulière, n'a cependant manifesté, dans son contact avec les divers agens, rien qui annonçât la présence d'une matière colorante. Ainsi, n'étant par lui-même ni acide ni alcalin, il demeure incolore dans les acides, aussi-bien que dans les alcalis, et son séjour dans l'air n'y détermine aucun changement; ce n'est donc ni une matière colorante, ni un corps susceptible de le devenir.

Nous n'avons plus que deux produits à examiner; l'un, est cette espèce de sucre que nous avons séparé par le lavage aqueux de l'extrait alcoolique; l'autre, est la matière blanche cristalline qui se précipite pendant le refroidissement de l'alcool qui a bouilli sur le lichen; mais celle-ci ne possède non plus aucune des propriétés qui caractérisent habituellement les matières colorantes. Ainsi, quand elle est entièrement débarrassée de toute substance étrangère, elle est parfaitement blanche, insipide, inaltérable à l'air, insoluble dans l'eau, parfaitement neutre. Elle s'unit assez bien avec les alcalis, surtout à l'aide de la chaleur; mais elle ne contracte avec eux qu'une légère teinte verdâtre; elle acquiert, dans l'acide sulfurique concentré, une couleur bistrée, et elle ne s'y noircit pas complètement.

Traitée par la chaleur, elle se charbonne sans se liquéfier ; et, quand on y procède avec ménagement, on voit d'abord s'élever quelques paillettes blanches micacées, qui se subliment à la partie supérieure du vase ; puis ces paillettes sont bientôt entraînées par une huile empyreumatique brune qui ne tarde point à se produire. Pendant tout le temps de cette opération il se répand une odeur de matière grasse en décomposition ; cependant le défaut de fusibilité de cette matière, son peu d'aptitude à se combiner avec les alcalis, et sa difficile solubilité dans l'éther, la font différer beaucoup des matières grasses connues, et elle semblerait se rapprocher davantage de ce que M. Bonastre a nommé *sous-résine*. Au reste, que ce soit une substance grasse ou une sous-résine, il importe peu ; la seule chose essentielle à démontrer pour le moment, c'est que ce n'est point une matière colorante, et nous pensons en avoir assez dit pour entraîner la conviction à cet égard.

La matière sucrée devient donc maintenant notre unique ressource, et c'est elle qui mérite désormais toute notre attention.

Le mode de cristallisation, et surtout la saveur sucrée bien prononcée, quoiqu'un peu nauséeuse, de cette substance, me l'avait d'abord fait considérer comme une espèce de sucre de raisin ou de mannite ; mais, en l'étudiant d'un peu plus près, je reconnus bientôt mon erreur, et en effet l'action seule de la chaleur suffit pour désabuser sur ce point. Les matières sucrées ordinaires se liquéfient, se boursoufflent, se caramélisent et se charbonnent ; ici, rien de tout cela n'a lieu ; la liquéfaction s'opère à une très-douce chaleur, le liquide reste

parfaitement transparent ; mais, si on soutient l'action de la chaleur, il entre en ébullition, se débarrasse d'abord d'un peu d'humidité s'il en contient ; puis on voit s'élever des vapeurs lourdes qui s'arrêtent dans le col du vase distillatoire, et s'y condensent en un solide presque incolore et transparent, qui, au bout de quelques heures, commence à cristalliser vers l'orifice du col, et finit, avec le temps, par n'offrir qu'une masse cristalline, ou opaque, ou translucide, et dont toute la surface semble comme vernie. Cette portion, qui a été ainsi volatilisée, ne paraît avoir subi aucune altération ; car elle possède encore tous ses caractères primitifs.

En poursuivant ce parallèle, on observe des différences tout aussi tranchées ; ainsi, par exemple, cette substance est complètement précipitée de la solution aqueuse par le sous-acétate de plomb, tandis que le contraire arrive pour les matières sucrées ordinaires. L'acide nitrique concentré la colore d'abord en rouge de sang, comme cela a lieu avec plusieurs matières organiques ; mais, par suite de la réaction, cette couleur disparaît ; et, bien qu'il se dégage beaucoup de gaz nitreux, on n'obtient point par évaporation de cristaux d'acide oxalique.

Il eût sans doute été bon, pour compléter la comparaison, d'essayer de faire fermenter cette substance sucrée ; mais la petite quantité que j'avais à ma disposition ne m'a pas permis de tenter cette expérience : au reste, on jugera probablement qu'elle n'était pas rigoureusement nécessaire, et que les différences déjà indiquées sont plus que suffisantes pour établir une opinion certaine à ce sujet.

Admettant donc que cette matière sucrée n'a point d'analogue, elle devient, par cela même, plus digne d'intérêt ; et nous devons l'étudier avec d'autant plus de soin que nous voyons les probabilités s'accumuler davantage en sa faveur.

Déjà nous avons fait remarquer que cette substance, exposée à l'action de la chaleur, se volatilise sans décomposition, et on sait que le petit nombre de matières colorantes organiques qu'on a pu jusqu'alors obtenir à l'état de pureté, jouissent presque toutes de cette propriété. On sait aussi qu'aucune d'elles ne présente des caractères d'acidité ou d'alcalinité ; celle-ci, comme nous l'avons vu, est également neutre ; ainsi, voilà déjà un certain nombre de points de similitude bien établis ; mais le plus essentiel ne s'y manifeste pas encore ; c'est celui d'acquérir de la couleur par une modification quelconque, et de pouvoir se combiner à la fibre textile. Loin de là, cette substance paraît inaltérable au contact de l'air, et même à celui de l'oxigène pur ; aucune coloration, aucune absorption n'est produite. Parmi les divers agens dont on lui a fait subir l'influence, les alcalis sont les seuls qui ont pu tendre vers le but cherché. Cette observation offrait de grandes espérances, puisque, comme tout le monde le sait, c'est, à l'aide de l'urine putréfiée ou de l'ammoniaque, qu'on parvient, dans les fabriques d'orseille, à développer avec le temps la matière colorante des lichens qui la composent. Cependant, lorsqu'on verse quelques gouttes d'alcali, et surtout d'ammoniaque, dans une solution aqueuse de cette matière sucrée, on voit peu à peu une teinte fauve se manifester dans la liqueur, et avec le temps

la couleur acquiert de plus en plus d'intensité. Après deux ou trois jours d'exposition à l'air, elle devient d'un rouge-brun foncé, mais qui n'a rien d'analogue avec cette vive et riche couleur pensée que fournit l'orseille, et ce résultat est constant, quelle que soit la proportion de l'alcali, quelle que soit aussi la durée de l'exposition à l'air. J'ai donc dû supposer, ou que cette matière colorante était différente de celle que je cherchais, ou que les résultats observés n'étaient dus qu'à un reste de matière colorante, déjà altérée ou modifiée. Cette dernière idée m'a forcé d'avoir recours à tous les moyens de purification que je croyais les plus capables de déterminer une élimination complète de la matière colorante. Ainsi j'ai long-temps agité une solution concentrée de la substance sucrée avec de la litharge porphyrisée. Puis j'ai filtré et évaporé la solution, après y avoir fait passer de l'hydrogène sulfuré, et j'ai obtenu, pour résultat de cette purification, des prismes quadrangulaires aplatis, dont deux pans opposés sont plus larges que les deux autres, et qui sont terminés par un biseau. Ces cristaux, que je devais considérer comme plus purs que la matière primitive, étant soumis aux mêmes épreuves, ont fourni des résultats identiquement semblables à ceux dont nous venons de faire mention. Ainsi j'ai demeuré convaincu que la matière sucrée était réellement colorante par elle-même; mais, comme je ne pouvais reproduire avec elle cette belle couleur cramoisie que je cherchais, j'ai craint que celle-ci n'eût été absorbée par le charbon animal qui m'avait servi dans le principe à purifier la matière sucrée et à faciliter sa cristallisation. En conséquence, je repris ce

charbon ; et, après l'avoir bien lavé avec de l'eau pure et froide, je le traitai à chaud par une eau légèrement alcalisée ; mais je n'obtins ainsi qu'une couleur rouge-brun terne, assez semblable à celle que je produisais directement avec la matière sucrée et l'ammoniaque. Forcé donc de revenir à cette dernière substance, et bien convaincu que le concours de l'air et de l'ammoniaque était indispensable pour y développer la couleur cherchée, je me livrai à de nouveaux essais, et j'obtins, après un grand nombre de tentatives infructueuses, un plein succès, en soumettant d'abord la matière sucrée sèche à la vapeur de l'ammoniaque liquide, puis en laissant dissiper l'excès d'ammoniaque par une simple exposition à l'air libre. Au lieu donc d'ajouter de l'alcali volatil dans une solution aqueuse de la matière sucrée, je verse un peu d'ammoniaque liquide dans un verre à pied, puis je place au-dessus de ce verre une petite capsule contenant de la matière sucrée, et je recouvre le tout avec une cloche. Cette substance se brunit d'abord, puis la couleur se fonce de plus en plus. Le lendemain, elle est d'un rouge-brun assez intense ; on la retire alors de dessous la cloche ; et, si on en fait dissoudre immédiatement dans l'eau, on n'obtient encore que le rouge-brun ; mais si on laisse quelque temps cette matière alcalisée, exposée au contact de l'air, elle devient d'un violet foncé ; et, lorsqu'on la fait dissoudre dans l'eau, elle y développe la plus belle couleur rouge-violet qu'on puisse voir, surtout si on y ajoute quelques gouttes d'alcali.

Je n'ai point encore assez étudié cette matière colorante pour connaître les différentes modifications qu'elle

est susceptible d'éprouver par l'influence de tel ou tel agent ; il m'a paru cependant que, quand la réaction de l'ammoniaque est trop subite et trop énergique, la couleur passe au rouge-brun ; que le rouge-groseille dépend d'un degré moindre, et le rouge-violet, d'un degré plus faible encore. J'ai cru remarquer en outre que, dans ce premier cas, la saveur sucrée est entièrement détruite, et que, dans le dernier, il en reste encore un peu, c'est-à-dire qu'une portion de la matière sucrée est intacte. Il est très-certain d'ailleurs que l'air joue un grand rôle dans toutes ces modifications. Ainsi, par exemple, je me suis positivement assuré, à diverses reprises, que sans le concours de l'air, la matière sucrée, non plus que le lichen lui-même, ne prenait aucune coloration dans l'ammoniaque. Il est en outre une très-ancienne observation faite par l'abbé Nollet, et qui est rapportée par Berthollet, c'est que la teinture d'orseille se décolore dans le vide.

J'ai vu aussi que l'hydrogène sulfuré produisait le même effet ; mais j'ai remarqué que ce phénomène singulier n'était point la conséquence d'une action désoxigénante exercée par l'hydrogène sulfuré, et que c'était une simple combinaison de cet acide avec le principe colorant, puisqu'il suffisait, pour rétablir la couleur primitive, d'ajouter assez d'alcali pour déterminer la saturation. Déjà M. Chevreul avait fait la même observation sur la matière colorante du bois de Fernambouc, de campêche, et de celle du tournesol (1), qui proba-

(1) *Annales de Chimie*, tome LXVI, page 240.

blement est la même que celle qui fait l'objet de ce Mémoire, puisqu'elle provient également d'un lichen.

Pendant que je me livrais à ces recherches, et à une époque où j'ignorais encore quelle était la matière colorante, j'essayai de la séparer directement d'une teinture ammoniacale faite avec cette même variolaire, afin de pouvoir comparer ce produit à chacun de ceux que j'avais obtenus. Le premier moyen qui se présenta naturellement fut de saturer cette teinture alcaline par un acide faible, et en effet il se produit ainsi un précipité assez considérable, et la liqueur est très-sensiblement mais incomplètement décolorée. Ce précipité, réuni sur un filtre et bien lavé, se dissout de nouveau dans les alcalis, et y développe une riche teinture. Mais, exposée à l'action de la chaleur, cette matière colorante se charbonne promptement et répand une odeur désagréable. Comme aucun des autres produits ne possédait ces propriétés, je demeurai persuadé que je n'avais point encore obtenu le véritable principe colorant; mais, lorsque j'eus reconnu que c'était la substance sucrée qui en était la base, je renouvelai cet essai sur cette même substance, alors qu'elle a été convertie en matière colorante, et je vis en effet que, ainsi modifiée, elle était en grande partie précipitée de sa solution aqueuse par l'addition de quelques gouttes d'acide acétique, et que ce précipité ne possédait plus aucune saveur sucrée.

On reconnaîtra sans peine que ce travail ne doit être considéré que comme une première ébauche encore très-imparfaite; mais on jugera sans doute que, malgré tout ce qui reste à faire, j'ai déjà réuni cependant un assez grand nombre de données susceptibles de présenter dans

leur ensemble quelque intérêt ; et, si je ne m'abuse, cette singulière matière colorante mériterait à elle seule de fixer l'attention. Je ne lui connais point d'analogue ; il est bien à présumer que sa saveur sucrée aura fait commettre plus d'une méprise ; car on a déjà signalé plusieurs fois la présence d'une matière sucrée dans les lichens, et il est assez probable que quelques-uns d'entre eux contiennent une matière colorante semblable à celle-ci. De nouveaux essais sont donc nécessaires pour nous éclairer à cet égard ; mais, en attendant, nous devons, pour constater son existence dans les lichens de l'orseille, lui consacrer une dénomination qui en rappelle l'origine. Je proposerai donc de la nommer *orcine* ; il eût été peut-être plus naturel de l'appeler *variolarine*, puisque je l'ai extraite d'une variolaire ; mais, outre que cette dénomination est trop longue, elle n'aurait pas, comme l'autre, l'avantage de rappeler aussi nettement l'objet principal et le plus connu qui est l'orseille. D'ailleurs, la *variolaria dealbata* de Dec. n'est autre que le *lichen orcina*, et rien ne nous empêche de mettre à profit cette synonymie.

Un autre produit qui me semble mériter aussi d'être distingué par un nom particulier, c'est cette matière blanche cristalline qu'on retire de l'extrait alcoolique au moyen de l'éther. Elle a quelques propriétés qui ne permettent pas de la confondre avec aucune autre substance connue. Ainsi, par exemple, outre la grande solubilité dans l'alcool et dans l'éther dont elle jouit, elle offre un caractère bien remarquable pour une matière sèche et cristalline, c'est celle de fournir, par la distillation, une espèce d'huile essentielle et de se volati-

liser entièrement. Cette substance étant d'ailleurs parfaitement neutre, je proposerai de la nommer *variolarin*. Ici la longueur du mot devient à peu près indifférente, puisqu'il s'agit d'une substance qui sera nécessairement moins utile et moins recherchée que la précédente.

Resterait à voir maintenant si ces premiers résultats, tout incomplets qu'ils sont, pourraient déjà présenter quelques applications utiles à la fabrication de l'orseille; c'est ce que nous allons examiner dans les paragraphes suivans.

Nous avons dit précédemment que la fabrication de l'orseille était livrée à l'empirisme, du moins à en juger par ce qui a été publié. En effet, le procédé le plus généralement suivi est encore celui qui a été décrit par M. Cocq. Il est cependant vrai de dire que depuis quelques années plusieurs fabricans paraissent avoir mis à profit les utiles conseils que cet habile observateur a donnés dans son intéressant Mémoire, et notamment celui de substituer l'ammoniaque à l'urine. Il est bien probable que M. J^n^ M^ie^ Bourget de Lyon, et que M. Huilard de Paris, doivent principalement à cette substitution l'amélioration notable que présentent les produits de leurs fabrications.

Il est bien évident, par ce que nous avons dit de la nature et des propriétés de l'orcine, qu'il s'agit pour développer cette matière colorante des lichens, non-seulement de la débarrasser de ces espèces de matières grasses ou résinoïdes qui forment comme un vernis à la surface du végétal en s'opposant à sa perméabilité, mais encore de la soumettre à l'influence successive de l'alcali et de l'air. Or, que fait-on, dans l'ancienne méthode,

pour arriver à ce but ? On mélange d'abord, nous dit M. Cocq, les lichens avec de l'urine, on brasse le mélange de trois heures en trois heures, et pendant l'intervalle on a le soin de clore exactement les auges. Après trois jours de réaction, on ajoute, avec les précautions qu'exigent de pareilles matières, de la chaux, de l'oxide d'arsenic et de l'alun, puis on recommence à brasser; mais à des intervalles plus rapprochés, et si la température régnante détermine une prompte et vive réaction, on doit brasser tous les quarts d'heure environ, afin de briser une espèce de croûte qui se forme à la surface, enveloppe toute la masse, et qui, en s'épaississant, finirait par faire obstacle au progrès de l'opération.

Il paraît probable, d'après tout ce que nous savons maintenant, que, parmi ces ingrédiens, il y en a qui sont nuisibles, et d'autres d'une utilité très-secondaire. Il est évident que la chaux, par exemple, ne sert là qu'à développer l'ammoniaque; et comme on en met nécessairement un grand excès, cet excès ne peut manquer de devenir préjudiciable. D'un autre côté, l'alun se trouve décomposé par l'alcali de l'urine qui met à nu de l'alumine; il en résulte que ces deux substances terreuses viennent non-seulement augmenter sans nécessité le poids de l'orseille, mais qu'elles absorbent, en outre, une quantité notable de matière colorante qui se trouve employée en pure perte. Tous ces inconvéniens disparaissent par la substitution de l'ammoniaque à l'urine; substitution qui dispense peut-être de l'emploi de la chaux, et probablement aussi de celui de l'alun et de l'arsenic. Ces deux derniers ne nous paraissent destinés, en effet, qu'à obvier aux inconvé-

niens que fait naître l'urine elle-même. Cette liqueur excrémentitielle contient, comme on sait, des substances azotées putrescibles, et qui finiraient par entraîner dans leur décomposition toute la matière organique végétale, si on n'y apportait obstacle; et c'est là, selon nous, le véritable rôle que joue l'oxide d'arsenic et une partie de l'alun; encore est-il que ces substances ne préservent pas toujours suffisamment de la putréfaction; car on est souvent obligé, pour la prévenir ou l'arrêter, d'ajouter à l'orseille préparée un peu d'oxide rouge de mercure, qui jouit, comme on sait, de cette propriété antiputride à un degré encore plus marqué.

Mais l'ammoniaque peut-elle à elle seule remplacer tous ces ingrédiens? Je ne suis point en position de l'affirmer; mais j'en suis à peu près convaincu, et voici sur quoi je me fonde. J'ai fait macérer une certaine quantité de variolaire dans de l'ammoniaque étendue, et j'ai obtenu, après plusieurs jours de contact, une très-belle teinture cramoisie; mais, il faut l'avouer, je n'ai pas également bien réussi en exposant du lichen humecté à la vapeur de l'alcali volatil; je n'ai obtenu, par ce moyen, comme cela arrive avec la matière sucrée elle-même, qu'un rouge-brun, et il m'a été impossible de faire changer cet état de choses par une dessiccation ménagée. Néanmoins je suis persuadé que mon peu de succès dépend uniquement d'une mauvaise manière de faire, et je suis d'autant plus porté à le croire, que je sais positivement que ceux qui préparent l'orseille par l'ammoniaque n'obtiennent pas toujours le même succès dans leurs opérations. Je sais aussi qu'ils attribuent ces anomalies à la qualité de l'ammoniaque; mais il est bien plus probable qu'elles

dépendent de quelques circonstances dont l'influence n'a point été suffisamment appréciée par eux. Pour offrir un exemple de ces anomalies, je dirai que dans le même temps où du lichen, mis en macération avec de l'eau alcalisée, me fournissait une riche teinture cramoisie, je n'obtenais, dans une semblable expérience faite avec les mêmes matériaux, qu'une liqueur d'un rouge brun foncé, sans que je puisse reconnaître à quelle cause attribuer cette différence. J'ai remarqué seulement que le vase qui contenait cette dernière macération était mieux bouché que l'autre, et que la proportion du liquide qui recouvrait le lichen était plus considérable. Il est d'ailleurs très-certain, comme je l'ai déjà observé, que l'air joue un grand rôle dans cette opération, et que, sans son intervention, l'orcine ne peut acquérir de couleur. Ainsi, d'une part, on est obligé d'agir en vases clos, car sans cela l'ammoniaque se dissiperait dans l'air et ne réagirait pas sur le lichen; et de l'autre, il est indispensable de donner de temps à autre accès à l'air pour qu'il puisse réagir à son tour sur la matière colorante une fois qu'elle a été modifiée par l'alcali, et il y a probablement dans ces influences successives une juste mesure à observer qui fait le point de difficulté, et le tour de main du fabricant.

Ce qui autorise à croire que ce qu'on nomme actuellement *orseille de terre épurée* ou *orseille violette*, qu'on livre à l'état sec et pulvérulent, et dont les produits en teinture équivalent, dit-on, à ceux fournis par l'orseille des Canaries, n'est préparée qu'à l'aide de l'ammoniaque seule, c'est qu'elle ne contient aucun sel déliquescent, comme cela a lieu nécessairement lorsqu'on emploie de

l'urine et de la chaux, et qu'elle ne paraît contenir aucune substance putrescible, puisqu'elle se conserve sans altération et sans odeur désagréable.

Je pense donc, en résumé, que pour extraire convenablement la matière colorante des lichens de l'orseille, c'est-à-dire, pour l'exhumer en quelque sorte des matières grasses ou résinoïdes dont elle se trouve enveloppée, il faut le concours simultané de l'eau, de l'air et de l'ammoniaque. Ce dernier agent ne sert pas seulement à colorer l'orcine, mais il a en outre pour fonction de saponifier, pour ainsi dire, l'espèce d'enduit qui revêt le lichen et le rend imperméable. Dans cette opération, il ne se manifeste, à mon avis, aucune espèce de fermentation comme on le prétendait, et tout se borne à une réaction des divers agens que nous avons indiqués; réaction qui est naturellement plus prononcée et plus prompte lorsque la température atmosphérique est plus élevée.

Sur *des cavités des cristaux de muriate de soude dans lesquelles il existe des fluides.*

Par M. William Nicol, professeur de physique.

En Angleterre, le sel en roche qu'on extrait des mines, est en général un peu rougeâtre et plus ou moins opaque; on y trouve cependant, de temps en temps, des cristaux qui non-seulement sont blancs comme de la neige, mais encore parfaitement transparens. En examinant un échantillon de cette dernière

espèce, qui, depuis peu, m'a été envoyé du Cheshire, j'y ai aperçu çà et là un grand nombre de très-petites cavités d'une forme irrégulière, les unes remplies d'un fluide, les autres contenant une bulle d'air. On fait naître constamment une bulle dans les cavités qui n'en renferment pas, en soumettant le cristal à un degré de chaleur modéré; mais jamais la bulle ne se montre qu'après que la chaleur a commencé à diminuer.

Quand on chauffe un échantillon contenant une bulle d'air, ce globule diminue à mesure que la température s'accroît, et il disparaît en général, même avant que la chaleur devienne assez forte pour être douloureuse au toucher. Pendant le refroidissement, la bulle reparaît et augmente de volume jusqu'au moment où le cristal a repris la température atmosphérique.

En appliquant des fils métalliques chauffés vers le côté d'une cavité opposée à celui que la bulle d'air occupait, cette bulle ne montra jamais aucune tendance à se déplacer. Quand on faisait naître une fissure qui s'étendait de la surface du cristal jusqu'à la cavité, la bulle s'élargissait un tant soit peu, mais jamais elle n'avait assez de force pour pousser quelque portion du fluide à travers la fissure jusqu'à la surface; ainsi l'élasticité des globules d'air contenus dans les cavités des cristaux de sel, est bien inférieure à celle des globules qui se trouvent dans les cavités du spath-fluor et du sulfate de baryte.

Si l'on fait dans le cristal un trou qui aille droit à la cavité, le fluide y reste, mais sans montrer aucune tendance à se cristalliser, même par ces états de l'atmosphère qui déterminent une rapide cristallisation du

muriate de soude. Quand on le chauffe, cependant, il prend la forme de cristaux aciculaires extrêmement déliés; mais ils tombent bientôt en déliquescence, même quand l'air est le plus sec.

Il résulte évidemment de ces circonstances que le fluide n'est pas une solution de sel commun; mais, quoique l'emploi de quelques réactifs suffise pour indiquer les principes qui le composent, je ne pourrai pas, à cause de la petitesse des cavités sur lesquelles j'ai dû opérer, déterminer leurs proportions relatives.

Quand on mêle le liquide avec une solution de nitrate d'argent, il se forme un abondant précipité qui indique la présence de l'acide muriatique. Le muriate de baryte ne produisant point de précipité, il est évident que le fluide ne contient pas d'acide sulfurique. L'oxalate d'ammoniaque donne un léger précipité qui montre la présence d'une petite quantité de chaux; et comme un précipité dense est fourni par le carbonate de potasse, on voit clairement que la magnésie est la substance qui se trouve combinée avec l'acide muriatique. Ainsi le fluide contenu dans les cavités du sel en roche doit être regardé comme une solution saturée de muriate de magnésie, mêlée à une petite quantité de muriate de chaux; et comme le sel lui-même, quand il est exempt de cavités, ne présente aucun indice ni de ces substances, ni de quelque autre matière étrangère, il faut le considérer comme du chlorure de sodium pur.

(*The Edinb. new philos. Journal.*)

Analyse *de l'Allophane de Firmi* (*Aveyron*).

Par M. Jules Guillemin,
Ingénieur de la Compagnie des houillères et fonderies de l'Aveyron.

On vient de trouver dans les nouvelles galeries de la houillère de Firmi une matière qui a tous les caractères de l'*allophane*.

Cette substance est de couleur blanche, et quelquefois jaunâtre; elle se présente sous forme de concrétions mamelonnées ou en plaques; sa cassure est inégale avec éclat résineux. Lorsqu'on la sort de la mine ou qu'on l'a plongée dans l'eau, elle est légèrement translucide; conservée dans les collections, elle devient opaque; un seul échantillon recueilli ayant une transparence parfaite, l'a conservée constamment. Cette matière s'écrase facilement sous une légère pression; elle est rayée par la chaux carbonatée; elle raie la chaux sulfatée. Elle est sans saveur, et happe seulement un peu à la langue. Sa densité est de 1.76 à 19° R.

Par l'exposition à la chaleur d'une lampe, dans un petit matras, cette substance donne beaucoup d'eau incolore, insipide et inodore. Au chalumeau, elle est complètement infusible. Les acides sulfurique, nitrique, hydrochlorique la dissolvent avec une grande facilité; on obtient immédiatement une gelée, si l'acide n'est pas très-étendu d'eau.

Tous ces caractères sont bien ceux de l'allophane. La composition chimique est aussi la même, à en juger par les résultats suivans d'une première analyse, comparés

à ceux que M. Stromeyer a obtenus de l'allophane de Schneeberg :

	De Firmi.	De Schneeberg.
Silice	22.00	21.92
Alumine	35.00	32.20
Eau	42.00	41.30
Acide sulfurique	0.75	0.52
Chaux	traces.	0.73
Oxide de fer, carb. de cuivre.	0.00	3.33
	99.75	100.00.

Ces nombres s'accordent mal avec la théorie des proportions définies, et c'est sans doute pour cette raison que l'allophane n'est pas encore rangée parmi les minéraux bien connus. Cela m'a engagé à refaire avec soin une analyse de cette substance.

J'y ai infructueusement recherché l'acide phosphorique, le fluor et le chlore. Je n'y ai pas non plus trouvé de magnésie ni d'oxide de fer.

10 grammes de cette matière en poudre très-fine, desséchés à la température de l'eau bouillante, ont perdu 1g,30, et, par une plus longue exposition à la même température, la perte en poids n'a pas changé; mais, par la chaleur rouge, ces 10 grammes ont encore perdu 2g,90; et la perte totale a été de 4g,20, comme dans l'essai précédent.

La quantité d'eau combinée serait, d'après cela, de 35.74 pour 100.

2 grammes ont été dissous dans l'acide hydrochlorique suffisamment étendu; la dissolution a été complète; on a séparé la silice par l'évaporation à siccité

très-ménagée ; on a ensuite précipité l'alumine par l'ammoniaque, la chaux par un oxalate alcalin, et l'acide sulfurique par le nitrate de baryte, après avoir rendu la dissolution très-acide. La silice a été reprise par de l'acide sulfurique aidé de la chaleur, pour en séparer l'alumine qu'elle pouvait avoir entraînée, et l'alumine a été dissoute pour recueillir la silice qu'elle pouvait contenir.

Voici les nombres obtenus :

Silice.....	23.76	contenant oxigène	11.95	6
Alumine.....	39.68		18.53	9
Eau.....	35.74		31.78	16?
Acide sulfurique.	0.65		0.38	
Chaux.....	traces.			
	99.83.			

Ces résultats conduisent à la formule suivante :

2 atomes d'alumine bihydratée, 1 atome d'alumine bisilicatée et 4 atomes d'eau, en négligeant l'acide sulfurique, qui est sans doute combiné avec un peu d'alumine et de chaux. On devra ranger l'allophane auprès de l'halloysite, minéral qu'a fait connaître M. Berthier, et qui est aussi composé de bisilicate d'alumine et de bihydrate d'eau, mais dans d'autres proportions.

L'allophane de la houillère de Firmi est assez abondante ; il serait facile d'en recueillir plusieurs quintaux, et il n'est pas rare d'en trouver des morceaux d'un volume égal à celui du poing. La houille de Firmi, jusqu'ici compacte et solide, n'avait présenté dans ses

fissures qu'un léger enduit de chaux carbonatée et de sulfate de chaux. C'est depuis qu'on s'est approché du lit d'un ravin qui passe à 8 mètres seulement au-dessus des galeries, qu'on a rencontré l'allophane. Elle remplit ou tapisse les fentes du combustible, qui en cet endroit est crevassé et laisse filtrer les eaux de la surface. Suivant toute apparence, elle y a été déposée par les eaux du ravin, qui sont presque constamment acides et chargées de sulfates d'alumine, de chaux et de fer. Il n'est plus surprenant de trouver cette substance dans le terrain houiller, puisqu'il est presque certain qu'elle y a été déposée après la formation de ce terrain. Ce gisement est analogue à ceux dans lesquels on a déjà trouvé l'allophane; elle paraît être due partout à un dépôt dans des eaux salines.

Sur *quelques combinaisons doubles entre les hydrochlorates à base d'alcali végétal et des chlorures métalliques.*

Par M. Caillot, pharmacien.

Il y a quelques années, lorsque je m'occupais des cyano-hydrargyrates d'iodures alcalins, je vis, sans y attacher beaucoup d'importance, que les hydriodates d'alcalis organiques forment aussi avec le cyanure de mercure des composés où l'on retrouve la présence de l'iode et celle du cyanogène.

J'avais depuis négligé de suivre ces sortes de composés, quand, tout récemment, en étudiant les cyano-

hydrargyrates de bromures alcalins, l'idée me vint de rechercher comment se comporteraient les sels à bases organiques, tant avec le cyanure de mercure qu'avec les sels de plomb, de mercure, d'or et de platine en général.

Je croyais retrouver entre les sels organiques et les sels alcalins cette même analogie d'action qui caractérise souvent le genre auquel ils appartiennent. Les faits ne sont pas venus justifier mes conjectures. Des expériences particulières m'ont prouvé que les méconates, les acétates, les hydrochlorates, les hydriodates, enfin que la plupart des sels organiques agissent différemment sur les sels métalliques que les sels d'espèce alcaline appartenant au même genre.

Les faits s'étant donc plus multipliés que je ne pensais, et mes occupations journalières ne m'ayant pas permis de les examiner en particulier, je ne ferai mention, dans ce Mémoire, que des sels doubles obtenus de la combinaison des hydrochlorates formés par les alcalis végétaux avec le bi-chlorure de mercure; des hydriodates avec le bi-iodure, le bi-chlorure et le cyanure du même métal.

Si donc, dans une solution d'un hydrochlorate quelconque, on verse une solution étendue de bi-chlorure de mercure, il se formera à l'instant un précipité blanc cailleboté que l'agitation rend très-abondant.

Ce précipité est légèrement soluble dans l'eau et l'alcool. Il est incristallisable, inaltérable à l'air. Sa saveur rappelle celle du bi-chlorure de mercure et de l'hydrochlorate employé.

Soumis à une température un peu au-dessus de celle de l'eau bouillante, il se fond en une masse jaune si

l'hydrochlorate a pour base un des alcalis du quinquina. Exposé à une chaleur un peu plus élevée, il se décompose en donnant, entre autres produits, des sels ammoniacaux et un charbon très-volumineux.

Un seul de ces sels doubles a été l'objet d'un examen analytique : c'est celui que j'ai obtenu de la précipitation de l'hydrochlorate de cinchonine par le bi-chlorure de mercure.

500 parties de ce sel, privé autant que possible de son eau d'hydration, ont fourni, par l'hydrogène sulfuré, 170 de sulfure; ce qui représente 146,56 de mercure, ou 197,85 de bi-chlorure; or

500 : 197,85 :: 100 : 39,57.

D'après ces résultats, ce sel contiendrait donc, pour 100, 39,57 de bi-chlorure de mercure.

Dans le cours de mes expériences préliminaires tendant à prouver que les hydrochlorates organiques s'unissent à différens chlorures métalliques, j'avais remarqué que la morphine, la brucine et les autres alcalis organiques se combinent avec le bi-chlorure de mercure pour former des sels triples, et que cette propriété s'étend et à la narcotine et à la cantharidine.

De tels résultats me portèrent à penser que ces deux dernières substances pourraient peut-être, sous l'influence du bi-chlorure de mercure, s'emparer de l'acide hydrochlorique et le saturer.

L'expérience suivante est venue confirmer mon opinion, du moins pour la narcotine :

Dans une solution hydrochlorique acide de narcotine, j'ai versé goutte à goutte une solution étendue de bi-chlorure mercuriel, qui y a occasioné un précipité blanc,

pulvérulent ; et la liqueur, d'acide qu'elle était avant son mélange, est devenue absolument neutre après la précipitation ; d'où je conclus que la narcotine peut, dans certaines circonstances, prendre une tenue alcaline, se polariser vers quelques acides et les saturer.

Le peu de cantharidine que j'avais à ma disposition ne m'a pas permis de constater si, outre sa propriété de former des sels triples, cette substance pourrait, comme la narcotine, se combiner avec l'acide hydrochlorique sous l'influence du bi-chlorure de mercure.

Un fait qui tendrait à me le faire croire, c'est que, si l'on touche une solution hydrochlorique acide de cantharidine avec un tube humecté d'une solution de bichlorure de mercure, il se forme une tache blanche, comme si l'on agissait sur un hydrochlorate neutre d'une tout autre base organique.

Dans son travail digne de remarque sur les iodures, M. Colin fait observer que les iodures alcalins dissolvent en quantité l'iodure rouge de mercure ; et M. Boullay fils, dans un Mémoire qu'il lut à l'Institut en 1827, démontre, par des analyses judicieusement conduites, que ces corps se combinent en différentes proportions, selon qu'on opère sous l'influence de causes différentes ; mais, subordonnées à ces causes qui ne sont que passagères, les combinaisons qu'il obtient n'ont, pour la plupart, qu'une existence éphémère. En effet, qu'on laisse refroidir, par exemple, un iodo-hydrargyrate d'iodure de potassium à 3 atomes d'acide, combinaison qui ne peut exister que sous l'influence de l'eau et du calorique, bientôt il y aura désunion ; une partie de l'iodure de

mercure abandonnera le liquide, et reparaîtra sous sa couleur rouge primitive.

Loin de suivre ainsi les iodures alcalins dans leurs capacités différentes pour les iodures métalliques, les hydriodates organiques, au contraire, tendent à s'en écarter en ne se combinant avec ces mêmes iodures qu'en une quantité qui est toujours la même, quelles que soient les causes extérieures; ce qui dénote en ces corps une grande affinité réciproque, et elle est telle, du moins avec l'iodure de mercure, que partout où il se rencontre un alcali organique uni, soit à l'acide acétique, soit à l'acide hydriodique, constamment l'iodo-hydrargyrate d'iodure de potassium y détermine la précipitation d'un sel double qui a pour acide l'iodure mercuriel, et pour base un hydriodate organique.

Quel que soit l'hydriodate qu'il ait pour base, ce sel double est blanc à l'état d'hydrate; mais susceptible, par sa dessiccation à une douce chaleur, de prendre une couleur jaune qui se rapprochera plus ou moins de celle du soufre, selon que l'hydriodate aura pour base ou la cinchonine ou la strichnine. En général, tous les sels doubles obtenus de la précipitation des hydriodates organiques par l'iodure de mercure sont incristallisables, presque insolubles dans l'eau et l'alcool, et partant peu sapides. Chauffés dans un tube à une température progressive, ils se fondent, passent au violet de vapeur d'iode, puis se décomposent en donnant des produits différens.

L'iodo-hydrargyrate d'hydriodate de cinchonine a été seul analysé. Il me paraît contenir pour 100,

Bi-iodure de mercure, 42,67.

Conduit, par des faits nombreux, à regarder les sels à bases organiques comme bien distincts des sels alcalins par leurs propriétés chimiques, j'avais lieu de penser que les hydriodates de ces mêmes bases organiques m'offriraient, par leur action sur les chlorures métalliques, certains résultats que ne fournit aucun des iodures alcalins, leurs congénères. Cette prévision fut convertie en certitude dans l'action de l'hydriodate de cinchonine sur le bi-chlorure de mercure; car, loin de le décomposer en iodure rouge de mercure, comme le fait l'iodure de potassium, cet hydriodate se combine avec lui et forme un sel double qui, d'après ses principes constituans, doit prendre nom chloro-hydrargyrate d'hydriodate de cinchonine.

Ce sel se prépare en versant une solution de bi-chlorure de mercure dans une solution d'hydriodate de cinchonine, agitant le mélange jusqu'à ce que le précipité soit bien tranché; alors on jette sur un filtre et on lave à plusieurs reprises. Ainsi obtenu, ce sel est blanc, peu soluble dans l'eau et l'alcool, léger, incristallisable, inaltérable à l'air. Sa saveur est celle du bi-chlorure mercuriel et de l'hydriodate de cinchonine. Actionné par un acide faible, l'acide acétique, par exemple, il se décompose en se transformant en iodure rouge de mercure et en hydrochlorate et acétate acides de cinchonine.

Desséché sous l'acide sulfurique et analysé par l'hydrogène sulfuré, ce sel m'a paru contenir, pour 100, 34,91 bi-chlorure de mercure.

Ce qui vient d'être dit de l'hydriodate de cinchonine,

par rapport au bi-chlorure de mercure, doit être appliqué à tous les autres hydriodates organiques.

De tous les sels d'alcalis organiques, les hydriodates, et avec eux les hydrobromates, ont seuls le privilége de combinaison avec le cyanure de mercure, et leur affinité réciproque n'est pas moindre que celle qui existe entre ces mêmes hydriodates et les iodures métalliques. Aussi suffit-il, pour en opérer la combinaison, ou de verser du cyanure de mercure dans un hydriodate, ou du cyano-hydrargyrate d'iodure de potassium, dans un sel quelconque à base organique. Dans l'un et l'autre cas, il se forme un magma caséiforme qui ne se tranche bien du liquide que par agitation.

Les cyano-hydrargyrates d'hydriodates organiques sont blancs, légers, incristallisables, inaltérables à l'air, peu solubles dans l'eau et l'alcool.

Les acides les convertissent en iodure rouge de mercure avec dégagement de vapeur prussique.

Le cyano-hydrargyrate d'hydriodate de cinchonine m'a paru contenir, pour 100, 33,94 de cyanure de mercure.

Je crois pouvoir conclure des faits rapportés dans ce Mémoire :

1°. Que les bases salifiables organiques, libres ou combinées avec l'acide hydrochlorique, agissent sur le bi-chlorure de mercure, comme l'ammoniaque ou son hydrochlorate ;

2°. Que la narcotine peut prendre une tenue alcaline, et se combiner avec les acides hydrochlorique et hydriodique, sous l'influence du bi-chlorure et du bi-iodure de mercure ;

3°. Que les hydriodates organiques s'unissent aux iodures métalliques, au bi-chlorure et au cyanure de mercure.

Analyse *d'une tourmaline du mont Rose.*

Par M. Leplay, élève-ingénieur des Mines.

Cette substance a été trouvée dans la Morène du glacier de Macugnaga; elle est disséminée en cristaux prismatiques dans un granite graphique assez remarquable, qui s'y trouve en fragmens. Le mica qui est le moins abondant des élémens de la roche est, dans quelques parties, blanc ou jaunâtre, et, dans les autres, d'un très-beau vert. Le quartz est transparent et légèrement nuancé de rose; enfin le feldspath, qui est de beaucoup le principe dominant, et souvent en gros cristaux, présente dans sa cassure un éclat gras et une couleur verdâtre peu ordinaire. Des observations non publiées de M. Dufrénoy, prouvent qu'il y a également quelque chose de particulier dans la cristallisation de cette substance.

La tourmaline est noire; les prismes ont une grosseur très-variable; la base a dans quelques-uns jusqu'à 25 millimètres de largeur; d'ailleurs, comme à l'ordinaire, ils sont cannelés, et souvent l'extension de 3 des faces du prisme donne à la section transversale la forme triangulaire. Généralement les prismes sont terminés par une cassure aplatie et irrégulière, mais quelquefois aussi par les 3 faces du rhomboèdre primitif, légèrement tronqué par les 3 faces du rhomboèdre auquel ce rhomboèdre pri-

mitif est tangent. On aperçoit, dans le sens des clivages parallèles aux pans du prisme, des petits feuillets excessivement minces de quarz ou de feldspath, et qui rendent très-difficile le triage de la substance pure. La pesanteur spécifique, évaluée sur de très-petits morceaux bien triés, a été trouvée égale à 3.14.

Au chalumeau, un petit morceau blanchit d'abord à la surface, se boursouffle légèrement, puis fond en émail jaunâtre, après une insufflation bien soutenue. Le borax donne d'une manière très-tranchée la réaction du fer; la soude donne une masse brune opaque, et le sel de phosphore une perte transparente incolore, dans laquelle on aperçoit un squelette de silice. La présence de l'acide borique a été reconnue par la méthode de M. Buzengeiger; le minéral porphyrisé a été humecté, étendu sur le charbon et séché à la flamme du chalumeau, sans être porté au rouge; la petite feuille ainsi obtenue avait assez de consistance pour être saisie avec la pince de platine; cette pièce d'essai, introduite de bas en haut dans la vapeur bleue à l'extrémité du dard coloré, a été immédiatement suivie d'une atmosphère verdâtre, qui n'a pu laisser aucun doute sur la présence de l'acide borique.

M. Gmelin, dans son beau travail sur les tourmalines, a prouvé que cette famille était essentiellement composée de silice, d'alumine, d'un ou de plusieurs alcalis et d'acide borique, et qu'en outre on y trouvait presque toujours du fer, du manganèse, de la chaux, de la magnésie et de l'eau. Dans toutes les analyses de tourmaline, où il a voulu rechercher directement des alcalis, M. Gmelin a constamment employé le carbonate

de baryte ; j'ai voulu rechercher si la formule générale que M. Berthier a donnée pour l'analyse des pierres alcalines ne s'appliquerait pas avec autant de succès au cas particulier des tourmalines ; et, à cet effet, j'ai opéré de la manière suivante :

Analyse par le carbonate de plomb.

I. 5 gr. de tourmaline, bien triés et porphyrisés bien complètement ont été portés au rouge. Après cette calcination, la poudre pesait $4^{g}.97$. L'eau pèse donc $0^{g}.03$.

La substance calcinée et toujours bien pulvérulente a été mélangée intimement avec 15 gr. de carbonate de plomb et 10 gr. de nitrate. La fonction de cette dernière substance est de former une atmosphère oxigénante, et d'empêcher par là la réduction de l'oxide de plomb. D'ailleurs on prévient encore l'arrivée des vapeurs combustibles dans le creuset de platine où se fait la fusion, en plaçant celui-ci dans un autre creuset plus grand. Après un quart d'heure, la fusion était parfaite, et il ne se dégageait plus de gaz ; le verre, à cet instant, a été coulé rapidement dans une capsule pleine d'eau, où il s'est divisé en petits fragmens facilement attaquables par l'acide. L'eau ayant été enlevée, ce verre de plomb avec grand excès de base, ainsi que le creuset de platine qui en avait retenu une légère couche, ont été mis en digestion avec l'acide nitrique pur et concentré. Après douze heures, pendant lesquelles l'action de l'acide avait été aidée d'une douce chaleur, la liqueur s'est prise complètement en masse gélatineuse ; cette masse a été délayée dans l'eau, et la liqueur soumise à l'évaporation sur un feu très-doux. Une évapo-

ration trop rapide donne une perte sur l'acide borique entraîné par les vapeurs acides. La masse, complètement à siccité et bien pulvérulente, a été reprise par l'acide nitrique qui a reproduit les nitrates décomposés ; on a étendu d'eau et évaporé de nouveau jusqu'à consistance pâteuse. Le lavage de la silice a d'abord été fait par décantation, et il a été achevé sur le filtre avec de l'eau acidulée. La silice, ainsi recueillie, était d'un beau blanc, très-légère et pesait..... 2.205.

II. Le plomb qui était dans la liqueur acide en a été séparé par un courant d'hydrogène sulfuré, et la liqueur filtrée a été rapprochée jusqu'à consistance pâteuse. Cette évaporation a le double avantage d'amener le fer au *maximum*, et de prévenir la formation d'une grande quantité de nitrate d'ammoniaque qui, dans le dosage des alcalis, aurait pu entraîner une certaine quantité d'acide borique, par sa décomposition qui est toujours très-vive.

La liqueur, rapprochée, ayant été étendue de beaucoup d'eau, a été traitée par la quantité de carbonate d'ammoniaque suffisante pour précipiter le fer et l'alumine ; ce point est assez facile à trouver, vu qu'il y a un intervalle notable entre la précipitation de ces substances et celles du manganèse et de la chaux. Le précipité ainsi obtenu pesait..... 2.015.

Ce précipité, analysé par la soude caustique à l'alcool, ne contenait ni chaux, ni manganèse. Il a donné :

Peroxide de fer.....	0.653	1.971.
Alumine.....	1.318	

III. La liqueur, débarrassée du fer et de l'alumine, a

été traitée par quelques gouttes d'hydrosulfate d'ammoniaque, qui n'a donné aucun précipité : il n'y avait donc pas de manganèse dans la liqueur.

L'oxalate d'ammoniaque, versé goutte à goutte, a donné un précipité très-faible qui, transformé en chaux caustique par la calcination, pesait..... 0.025.

IV. La liqueur, qui ne contenait plus que de l'acide nitrique, de l'ammoniaque, de la magnésie, des alcalis et de l'acide borique, a été évaporée à siccité, avec les plus grands ménagemens, dans une capsule de porcelaine. La masse saline restante, ne laissant plus dégager de vapeurs, a été transportée dans une petite capsule de platine, pesée d'avance, où on l'a chauffée au rouge sombre, jusqu'à ce que tout le nitrate de magnésie ait été décomposé. Cette partie de l'analyse est très-délicate, vu la volatilité de l'acide borique, qui cependant n'est sensible qu'à un rouge bien prononcé. L'expérience a prouvé que, sans atteindre cette température, on pouvait effectuer complètement la décomposition du nitrate de magnésie. Pour saisir le point où il fallait s'arrêter, la capsule était pesée de deux minutes en deux minutes, et on s'assurait facilement, en ôtant le couvercle, que la perte observée à chaque pesée était due au dégagement du gaz nitreux. Enfin, après vingt-cinq minutes environ, la température ayant encore été augmentée et portée au rouge sombre pendant cinq minutes, la capsule ne perdit absolument rien. Le résidu était alors peu poreux, blanc-grisâtre et pesait.... 0.85.

V. Ce résidu a été désagrégé à l'aide de l'eau bouillante ; la magnésie recueillie sur un filtre et lavée à l'eau bouillante pesait..... 0.342.

VI. M. Gmelin ne tient pas compte de l'action que peut exercer, à la température rouge sombre, l'acide borique sur le sel alcalin ; toutefois dans la crainte que le nitrate alcalin n'eût été un peu altéré pendant la décomposition un peu longue du borate d'ammoniaque et du nitrate de magnésie, on a ajouté un peu d'acide nitrique à la liqueur avant de l'évaporer à siccité. Le résidu, porté à peine au rouge sombre, a bientôt été débarrassé de l'eau et de l'excès d'acide nitrique ; il pesait. . . . . 0.552.

Le résidu salin, traité par l'alcool à 40°, a brûlé avec une flamme verte qui prenait une teinte très-foncée par l'addition d'un peu d'acide nitrique. Il a fallu remplir la petite capsule à quinze reprises différentes, pour que la couleur de la flamme disparût complètement, surtout vers la fin où la nuance devient toujours plus foncée. L'acide borique ayant été ainsi séparé, la capsule a été de nouveau portée au rouge sombre ; le résidu ne pesait plus que. . . . . 0,266.

L'acide borique pesait donc. . . . . 0.286.

VII. Les nitrates alcalins ont été traités par l'acide sulfurique, et l'excès de cet acide ayant été chassé par l'addition de carbonate d'ammoniaque et par la chaleur blanche que l'on peut produire sans inconvénient, vu la fixité absolue des sulfates, on a obtenu des sulfates parfaitement neutres, qui pesaient. . . . . 0.224.

Le sel ayant été repris par l'eau, il resta un peu de magnésie colorée par l'oxide de fer ; elle pesait 0.006.

VIII. La liqueur, traitée par le muriate de baryte, a donné : sulfate de baryte. 0.306
ou bien acide sulfurique. . . . . 0.105.

Cette quantité d'acide, comparée au poids du sulfate alcalin, prouve que l'alcali est de la potasse, et que la quantité de celle-ci est..... potasse 0.113.

En effet, 0.105 d'acide sulfurique équivalent à 0.228 de sulfate de potasse, et l'on a trouvé directement 0.218.

IX. Cette quantité de potasse équivaut à 0.244 de nitrate alcalin, et l'on a trouvé directement 0.260. Ces deux vérifications ne pouvaient laisser aucun doute sur la proportion, non plus que sur la nature de l'alcali. Cependant on a voulu rechercher si l'on n'y trouverait pas une trace des deux autres. Pour cela, on a séparé par le carbonate d'ammoniaque la baryte contenue dans la liqueur (VIII); la liqueur filtrée a été évaporée à siccité, et le muriate alcalin, chauffé au rouge sombre, pesait..... 0.17.

Nouvelle vérification, puisque 0.113 de potasse équivalent à 0.181 de muriate.

Ce muriate, qui n'était pas déliquescent, repris par quelques gouttes d'eau, a été traité par le muriate de platine, évaporé à siccité à une chaleur très-faible, repris par l'alcool à 0.84, qui dissout seulement le muriate de platine en excès, et les muriates de soude et de lithine quand il y en a. La liqueur ayant été évaporée, et le résidu porté au rouge sombre, le platine métallique provenant du muriate réduit a été recueilli sur un filtre. Enfin, la liqueur, évaporée de nouveau, n'a laissé sur la capsule qu'une légère trace due à du muriate de potasse; car une goutte de muriate de platine promenée sur cette trace a donné encore quelques petites paillettes jaunes de sel double insoluble. Il n'y avait donc pas la moindre trace de soude ni de lithine.

Les résultats de cette analyse sont donc :

Silice.	2.205	0.4410
Alumine.	1.318	0.2636
Protoxide de fer. . .	0.598	0.1196
Magnésie.	0.348	0.0696
Chaux.	0.025	0.0050
Potasse.	0.113	0.0232
Acide borique.	0.286	0.0572
Eau.	0.030	0.0060
	4.923	0.9846.

La perte de $1\frac{1}{2}$ pour cent, indiquée par ce résultat, s'explique en partie par la perte 0.044 trouvée dans l'analyse (III) du précipité de fer et d'alumine. Je pensai que cette dernière perte pouvait être due à la présence d'une certaine quantité d'acide borique entraîné par le précipité volumineux de fer et d'alumine produit par le carbonate d'ammoniaque. Pour vérifier cette circonstance importante pour le dosage de l'acide borique, je me décidai à refaire l'analyse d'une autre manière, mais sans rechercher l'alcali qui avait été dosé avec une exactitude suffisante.

Analyse par le carbonate de potasse.

Voici d'une manière succincte les résultats de cette analyse :

I. 5 grammes de tourmaline porphyrisée ont été mêlés intimement avec 15 gr. de carbonate de potasse et chauffés au creuset de platine : il n'y a pas eu fusion ; mais, après une demi-heure, la masse était ramollie et paraissait

homogène. Elle a été complètement dissoute par l'eau et par l'acide muriatique. La silice, séparée comme à l'ordinaire, pesait..... 2,164.

II. L'hydrogène sulfuré n'a produit, dans cette liqueur, qu'un léger précipité de soufre; ce qui a prouvé que dans l'analyse précédente, il n'y avait pas eu de principe de la tourmaline entraîné avec le sulfate de plomb. Le fer ayant été ramené au *maximum*, a été séparé avec l'alumine par le carbonate d'ammoniaque. Ce précipité, qui n'a pas été calciné au-delà du rouge sombre, pesait 2,07.

Dans le but de rechercher l'acide borique dans ce précipité, on l'a soumis aux essais suivans.

1°. 0,52 de ce précipité, placés dans une petite capsule de platine, ont été traités par l'alcool concentré; celui-ci a brûlé d'abord comme à l'ordinaire avec une flamme bleue passant au jaunâtre dans les points de contact avec la substance; mais, vers la fin, la flamme a pris une teinte verte sensible, mais peu intense. On a ajouté alors un mélange d'acide nitrique et d'alcool, et à la belle teinte verte de la flamme, on n'a pu méconnaître la présence de l'acide borique; vers la fin, l'action est devenue très-vive : la flamme a entraîné des particules d'oxide de fer qui la rendaient étincelante; une partie de la matière a été projetée au dehors, en sorte qu'on n'a pu évaluer la perte due à l'acide borique, perte qu'on aurait trouvée en portant la capsule au rouge.

2°. 0g,52 du même précipité ont été traités par un mélange d'acide sulfurique et d'alcool; cette fois, la flamme encore un peu scintillante, n'a pas donné de projections qu'on aurait d'ailleurs recueillies sur une assiette de porcelaine. La teinte verte ayant disparu après

plusieurs additions d'alcool, le résidu, porté au blanc, ne pesait plus que ..... 0g,505.

Le précipité (11) contenait donc, acide borique 0,06.

3°. 1g,01 du même précipité ont été fortement calcinés; on a vu très-clairement pendant quelque temps une flamme bleuâtre autour du creuset; cependant la matière a éprouvé à peine une perte de 0g,01, et l'acide sulfurique et l'alcool y ont encore dénoté la présence de l'acide borique. Il paraît, d'après cela, que l'acide borique est retenu dans ce précipité par son affinité pour les bases; ce qui explique comment, dans cet état de combinaison, il a pu résister au lavage bien complet du précipité (11).

Il me semble bien prouvé, par ce qui précède, que la perte de 0,044 éprouvée dans l'analyse précédente, est due principalement à l'acide borique. Mais, comme la quantité d'acide borique qui se trouve ainsi entraînée par le fer et l'alumine doit probablement varier dans les différens cas, cette deuxième analyse ne peut servir à déterminer rigoureusement la perte d'acide qui a eu lieu dans la première.

IV. L'oxalate d'ammoniaque a donné un léger précipité, qui n'a pas été dosé.

V. La liqueur, évaporée à siccité avec addition de carbonate de potasse, a laissé du carbonate de magnésie qui, transformé en magnésie caustique par la calcination, pesait ..... 0,31.

Cette quantité est plus petite que celle qui a été trouvée dans l'analye précédente, mais aussi cette dernière méthode de dosage est bien moins exacte que la première qui est à très-peu près complètement rigoureuse.

En comparant cette deuxième analyse à la première,

on voit que les résultats sont sensiblement les mêmes, seulement la quantité de silice est un peu plus faible; mais il est probable que le précipité de fer et d'alumine qui est un peu plus fort en a entraîné une petite quantité. Il faut seulement remarquer que la quantité d'acide borique donnée par la première analyse est un peu trop faible.

OBSERVATIONS.

Lorsqu'il y a du manganèse, il est assez difficile d'obtenir le fer et toute l'alumine complètement exempts de cette substance, par la méthode indiquée dans le n° (11) de la première analyse; mais comme la chose importante est d'obtenir séparément le fer et le manganèse, qu'il est aisé de séparer chacune de ces substances de l'alumine, voici la meilleure méthode à suivre dans cette circonstance.

On traite la liqueur par le carbonate d'ammoniaque, versé goutte à goutte jusqu'à ce que celle-ci soit complètement décolorée, avec la précaution que M. Berthier indique dans sa formule pour les carbonates à plusieurs bases. Tout le fer est alors précipité avec une partie de l'alumine, tout le manganèse est encore dans la liqueur avec le reste de l'alumine, et on les précipite l'un et l'autre par l'hydro-sulfate d'ammoniaque.

On pourrait précipiter directement le fer, l'alumine et le manganèse par l'hydro-sulfate, ce qui aurait probablement l'avantage de laisser tout l'acide borique dans la liqueur; mais, pour analyser ce précipité, il faudrait nécessairement redissoudre à deux reprises différentes, ce qui est toujours nuisible à l'exactitude d'une analyse.

En résumant tout ce qui précède, il me semble que la méthode la plus exacte pour l'analyse des tourmalines est la suivante :

Attaquer par les matières plombeuses, reprendre par l'acide nitrique, séparer la silice, séparer le plomb par l'hydrogène sulfuré ; précipiter le fer et une partie de l'alumine par le carbonate d'ammoniaque ; rechercher dans ce précipité l'acide borique ; précipiter le manganèse et le reste de l'alumine par l'hydro-sulfate d'ammoniaque ; séparer la chaux par l'oxalate ; doser la magnésie par l'évaporation à sec ; doser l'acide borique par l'alcool ; doser les alcalis à l'état de nitrates et de sulfates avec toutes les vérifications indiquées, auxquelles on peut joindre encore le dosage très-exact du chlore par le nitrate d'argent.

Cette méthode me paraît très-préférable à celle que M. Gmelin a d'ailleurs suivie avec tant de succès dans son travail sur la tourmaline.

1°. L'emploi du plomb est bien plus avantageux que celui de la baryte parce que l'attaque dure beaucoup moins long-temps, et qu'ainsi la perte sur l'acide borique et sur les alcalis doit être moindre.

2°. La méthode est en général beaucoup plus simple, et chaque substance n'y est pas reprise par les acides à trois ou quatre reprises différentes.

3. Le dosage de la magnésie en particulier est incomparablement plus simple et plus exact.

En comparant le résultat de cette analyse avec ceux de M. Gmelin, on voit que la tourmaline du mont Rose rentre dans la troisième classe de la division qu'il a établie ; elle présente quelque analogie avec la tourmaline

noire du Saint-Gothard ; elle en diffère en ce qu'il n'y a ni manganèse, ni perte notable que M. Gmelin attribue à la présence d'un alcali volatil.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 19 *octobre* 1829.

Pièces manuscrites. Paquet cacheté de M. Baudeloque contenant, d'après sa déclaration, des procédés nouveaux relatifs aux accouchemens ; Paquet cacheté de M. Pelletier relatif à des recherches chimiques non terminées ; Paquet cacheté de M. Samuel Bauss, de Vevey, contenant des produits chimiques ; Mémoire sur la propriété de la force projectile dans la constitution des corps simples, par M. Menier d'Aleth ; M. Robineau Desvoidy annonce qu'en faisant l'ouverture d'une vipère (de celles qu'on appelle vulgairement *serpens rouges*), il a trouvé dans l'utérus plus de 3000 petits à divers états.

M. Boyer fait un rapport favorable sur les moyens proposés par M. Baudeloque pour broyer la tête d'un enfant mort dans le sein de sa mère.

M. Geoffroy Saint-Hilaire fait un rapport sur deux jumeaux âgés de 18 ans, et qui sont attachés par le ventre.

M. Dupetit-Thouars rend compte des procédés proposés par M. Gautheron pour produire sur-le-champ des figures, des plantes, des feuilles et des fleurs.

M. Sturm lit un Mémoire intitulé : *Résumé d'une nouvelle théorie relative à une classe de fonctions transcendantes.*

Séance du lundi 26 octobre.

Pièces manuscrites. Paquet cacheté de MM. Audouin et Milne Edwards ; Mémoire sur une machine hydraulique, par M. Sallier ; Note sur un grand cercle répétiteur, par M. Lenoir père ; Demande adressée par M. Morlet, afin que l'Académie se fasse rendre compte promptement d'un travail qu'il a présenté sur le déplacement et le changement de forme de l'équateur magnétique.

L'Académie a entendu ensuite : un Rapport de M. Brongniart sur un Mémoire de M. Beaumont (*voyez* plus bas) ; Rapport très-favorable de M. Cuvier, sur les travaux zoologiques exécutés pendant le voyage de M. d'Urville ; et enfin, un rapport de M. Chevreul sur un Mémoire de M. Robiquet, concernant le principe colorant de l'orseille.

M. Becquerel lit le Mémoire qui fait partie de ce Cahier.

Séance du lundi 2 novembre.

Pièces manuscrites. Observations de M. Chauvin sur son échelle de proportion ; Note sur une eau propre au traitement des maux d'yeux, par M. Guyon ; Mémoire sur la rectification des courbes par John Walsh ; Mémoire de M. Babinet sur la cause du retard qu'éprouve la lumière dans les milieux réfringens ; Nouvelles recherches sur les crustacés, par M. Milne Edwards ;

Paquet cacheté de MM. Robiquet, Colin et Lagier, contenant de nouvelles observations sur la garance; Mémoire de M. Héricart de Thury sur le projet des puits forés à Lyon; Enfin, des lettres de divers candidats qui se mettent sur les rangs pour les places vacantes.

M. Breschet lit un Mémoire sur la structure de l'organe de l'ouïe dans quelques poissons.

M. Roux lit un Mémoire contenant l'exposé de quelques faits de chirurgie-pratique, dans lesquels ont été employés des moyens nouveaux.

Supplément *à l'Analyse de la séance du lundi 26 octobre.*

Rapport *sur un Mémoire de M. de Beaumont, concernant l'ancienneté relative des différentes chaînes de montagnes d'Europe* (1).

Depuis que le célèbre Werner, par l'heureuse et féconde liaison de faits bien observés, avec une théorie ingénieuse et sage, a montré qu'on pouvait établir une sorte de chronologie géologique des événemens physiques qui avaient concouru à la structure du globe, et qui, pour n'avoir eu aucun homme pour témoin, n'en était pas moins sûre que la chronologie historique: depuis qu'il a montré comment on pouvait savoir dans quelle succession s'étaient formés la plupart des minéraux, des métaux et des roches qui composent l'écorce

---

(1) Ce Mémoire, intitulé *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe*, paraît dans les *Annales des Sciences naturelles*; septembre, novembre et décembre 1829.

de la terre, l'attention des naturalistes a été reportée avec ardeur sur un sujet piquant par son rapport direct avec l'histoire de tous les grands phénomènes naturels. Cette considération n'a pas seulement occupé les géologues, les minéralogistes, les mineurs ; elle a intéressé toutes les classes de la société, depuis les naturalistes et les physiciens qu'une telle question touchait plus particulièrement, jusqu'aux personnes qui, par leur genre d'étude ou de vie, semblaient les plus éloignées de s'occuper d'un semblable sujet.

Il est résulté de cette impulsion, que le zèle et le nombre des observateurs s'est accru dans une immense proportion, et que le nombre des faits, dont la géologie se compose actuellement, a augmenté dans la même progression.

Si, d'un côté, ces nombreuses découvertes ont conduit à modifier quelques-unes des conséquences déduites de faits connus et proclamées comme générales, par l'école de Freyberg ; de l'autre côté, ces nouvelles observations, en étendant considérablement le champ de la science, lui ont donné une importance et un intérêt propre à consolider la gloire de l'illustre Saxon, qui en a posé les premiers et les vrais principes.

Werner et son école avaient fondé, jusque vers 1800, la chronologie géologique ou l'ordre de formation des terrains sur leur ordre de superposition, et déduit l'âge des minéraux et des métaux de leur position dans ces terrains, et du croisement des fissures qui les renferment.

Vers cette époque, des débris organiques renfermés dans certaines roches, et considérés sous les rapports

de leur position respective et de leur espèce, ont offert un moyen de plus et un moyen très-efficace d'établir un nouveau chronomètre géologique, avec lequel on pouvait subdiviser davantage les terrains, et reconnaître les roches d'époques géologiques très-éloignées, lors même qu'elles se ressemblaient par leur nature, et qu'elles se présentaient dénuées du secours que prête à une semblable détermination la présence des roches recouvertes et des roches recouvrantes.

Les principes de la science paraissaient donc assez bien réglés, et leur application assez simple. Aucune valable contradiction ne s'était encore élevée contre leur admission, lorsqu'on est venu annoncer que le granite, cette roche si généralement admise comme la plus ancienne par le professeur de Freyberg, et par tous ceux qui, en reconnaissant la justesse de ses observations locales, en avaient peut-être un peu trop généralisé les conséquences; que le granite, dis-je, pourrait bien être, dans quelques cas, postérieur à certaines roches schisteuses qui renfermaient des débris organiques, et qui faisaient partie de ces terrains ambigus que le célèbre Werner, comme par prévision de ce qui pourrait arriver, avait nommés *terrains de transition*.

Ce premier pas était le plus difficile, aussi on fut lent à le faire; on le fit comme en tâtonnant; il fallut l'aide de bien des géologues pour le franchir. MM. de Raumer, de Buch, de Bonnard imprimèrent le premier mouvement. Un géologue, entraîné par des observations qui frappèrent une imagination déjà trop active, M. Marzari, le franchit tout entier, et alla même bien au-delà, en déclarant que le granite de Predazo était postérieur à des

calcaires de l'âge de notre craie. Enfin la route fut complètement ouverte par M. de Buch, qui l'avait le premier indiquée. C'est une voie presque généralement adoptée. On parle du granite épanché sur des terrains de sédimens remplis de débris organiques, comme d'une proposition devenue classique dans la science.

Néanmoins les faits qui contribuèrent à constater un phénomène aussi inattendu seront encore reçus et accueillis pendant long-temps et avec intérêt et reconnaissance, parce qu'ils contribueront à généraliser une observation que l'on pouvait regarder comme locale et exceptionnelle, et parce qu'ils serviront à replacer dans l'ordre naturel un fait qui semblait être une anomalie. Les recherches, les observations, les découvertes, et tous les développemens relatifs à ce grand phénomène nous amèneront à connaître comment il a pu se passer, à quelle époque géologique il s'est passé, quelle influence il a eu sur les formes de l'écorce du globe, sur la nature des roches qui la composent, sur celles des corps organisés qui l'habitent. Ils nous dévoileront peut-être quelle sorte de changemens ont dû avoir lieu dans les élémens inorganiques et organiques de la surface terrestre, lorsque le granite, ce noyau, cette ossature des plus hautes et des plus grandes montagnes a paru sur le globe, en a soulevé et brisé les couches et s'est, dans bien des cas, comme étendu sur elles.

Tel a été le but des recherches dont M. Elie de Beaumont a consigné la description et le résultat dans le Mémoire qu'il a lu à l'Académie, le 22 juin dernier, et dont nous allons chercher M. Brochant, M. Beudant et

moi à faire apprécier la valeur, les conséquences et le mérite.

La formation des chaînes alpines par soulèvement, c'est-à-dire par suite d'une exubérance des parties inférieures aux couches qui composent l'écorce du globe et du redressement de ces couches est une opinion admise presque généralement. De Saussure l'avait avancée timidement ; M. de Buch l'a émise un des premiers comme un phénomène presque incontestable ; M. Keferstein, M. Merian de Basle l'ont employée comme une hypothèse reçue et parfaitement d'accord avec les effets observés.

En admettant ce hardi résultat, il reste bien des choses à savoir sur les causes qui ont produit une semblable révolution et sur les circonstances qui l'ont accompagnée.

Les dispositions qui peuvent nous faire connaître ces circonstances sont observées depuis trop peu de temps, elles sont encore trop peu nombreuses, malgré toutes celles qui sont rapportées dans le Mémoire de M. de Beaumont, pour que nous puissions raisonnablement penser à en assigner et peut-être même à en rechercher les causes.

Mais on peut demander quelles sont les roches qui formaient la protubérance soulevée et soulevante, si le soulèvement s'est fait rapidement ou lentement, et s'il a eu lieu à plusieurs reprises, à quelles époques géologiques il s'est produit ; si un tel mouvement n'a pas dû être accompagné et suivi de nombreuses fissures et de grands affaissemens. On demandera enfin par quelle sorte d'observation on a pu déterminer les époques de ces paroxismes de soulèvement, la direction générale qu'ils

ont suivie, et comment on a pu lier à chacune de ces époques les diverses chaînes de montagnes qui leur appartiennent.

Si l'Académie a conservé le souvenir du Mémoire que lui a lu M. de Beaumont, elle peut se rappeler qu'il a déjà répondu, au moins en grande partie, à la plupart de ces questions, qu'on aurait pu traiter, avant l'époque de Werner, d'indiscrètes et de vaines, parce qu'on ne voyait alors dans la science aucun moyen d'y répondre; mais, si les travaux de M. Elie de Beaumont et le récit de ses observations apportent dans les esprits des géologues le même genre de conviction que dans le nôtre, nous pourrons dire qu'il a répondu à la plupart de ces questions et d'une manière propre à satisfaire les esprits les plus difficiles.

On voyait dans les hautes chaînes de montagnes des roches en couches presque verticales; on remarquait que dans les pays plats situés loin de ces montagnes, la stratification était plus généralement régulière et horizontale. Mais tout en présumant l'influence de ces hautes montagnes sur la perturbation de la stratification, on n'avait encore observé aucun principe de liaison entre ces deux dispositions.

Une autre disposition rendait encore le problème plus difficile. On trouve des terrains en couches horizontales jusqu'au milieu des vallées des montagnes qu'on nommait primitives. Or, ces terrains sont quelquefois composés des mêmes roches, des mêmes débris organiques que ceux qui se montrent très-inclinés, redressés même jusqu'à la verticale dans le voisinage d'autres chaînes de montagnes considérées aussi comme primordiales.

Les observations nombreuses et ingénieuses que M. de Beaumont a consignées dans le travail considérable qu'il a soumis au jugement de l'Académie, rattachent toutes ces dispositions à des phénomènes généraux dont la découverte nous semble ouvrir un champ nouveau à la géologie.

La plupart des chaînes de montagnes qui s'élèvent sur la surface du globe, résultent d'un soulèvement ou d'un mouvement de bascule des diverses parties de la croûte terrestre.

Cette proposition, émise pour la première fois par de Saussure et fondée sur l'observation de couches très-inclinées, composées de matériaux qui n'avaient pu être déposés qu'horizontalement, est, comme nous venons de le dire, presque généralement admise.

Mais toutes les chaînes de montagnes n'ont pas été soulevées à la même époque, et il est possible de distinguer et même d'énumérer ces différens paroxysmes d'élévation par plusieurs genres d'observations. Cette proposition, qui nous paraît nouvelle, est due, avec ses preuves et ses développemens, à l'auteur du Mémoire que nous examinons.

Comme tous les grands principes des sciences, elle peut déjà être réduite à des règles si simples qu'on est étonné de ne les avoir pas aperçues plus tôt. Nous devons les rappeler, car elles sont le point important et très-remarquable du travail de M. Elie de Beaumont.

Les aspérités du globe, en se formant par soulèvement, ont dû soulever avec elles les terrains de sédiment qui s'étaient déposés à peu près horizontalement dans le fond des mers ou des grands amas d'eau. Les époques de for-

mations de ces terrains de sédiment horizontaux se font reconnaître par leurs rapports de position, quelquefois par la nature de leurs roches, mais plus souvent et beaucoup plus sûrement par les espèces de corps organisés dont ils renferment les débris. Les géologues sont d'accord sur ce mode de détermination et sur ses conséquences.

Or, dans un système de montagnes présentant des couches très-inclinées et des couches horizontales, les couches de sédiment inclinées ont nécessairement été formées avant la révolution qui a soulevé la chaîne de montagnes, tandis que les couches horizontales n'ont pu être déposées dans les vallons ou sur les pentes de cette chaîne qu'après cette révolution. Par conséquent, on pourra établir que l'apparition de cette chaîne de montagnes par soulèvement a eu lieu dans l'intervalle de temps qui a séparé le dépôt des premières couches de celui des secondes.

En partant de ce principe, M. Elie de Beaumont a pu reconnaître, dans la partie orientale et méridionale de la France et dans la partie occidentale des Alpes, quatre époques principales de soulèvement ou de révolution de la surface du globe, et en observant la direction générale que les chaînes de montagnes ont prise à chacune de ces époques, il a cru pouvoir y rattacher des montagnes qu'il n'a pas visitées, mais qui, par cette même direction et par ce qu'on peut savoir des roches et des débris organiques qui les accompagnent, lui ont paru être dues à la même révolution géologique.

La première révolution qu'il signale, mais qui n'est probablement pas la première qui ait modifié les formes

extérieures du globe, est celle qui a soulevé les couches de toutes les roches à débris organiques et des roches de sédiment sans débris organiques alternant avec elles, qui renferment le calcaire jurassique, et toutes celles qui lui sont inférieures. Cette révolution a donc eu lieu après le dépôt des formations jurassiques. Il y a eu alors une interruption ; pendant cet intervalle de repos, qui a été probablement très-long, les terrains crétacés se sont formés ; car ceux-ci n'ont pas été compris dans le relèvement de la première révolution, et, bien plus, ils se sont déposés en couches horizontales sur la crête des couches redressées par cette révolution.

Les montagnes composées de granite, de gneiss, et d'autres roches qu'on nomme *primordiales*, et qui forment les chaînes peu élevées de l'Erzgebirge en Saxe, celles du département de la Côte-d'Or, celles du Forez, sont données comme exemples observés directement des montagnes soulevées par cette révolution, qui est la première et la plus ancienne de celles que M. de Beaumont a observées et décrites, mais qui avait été certainement précédée par plusieurs autres.

On a vu, dans le Mémoire de M. de Beaumont, comment, observant la direction de ces crêtes ou rides de la surface du globe, il a vu qu'elle était pour toutes à peu près la même, et comment, à l'aide de ce principe, il a cru pouvoir rapporter à cette première époque un grand nombre d'autres chaînes qui présentaient la même direction.

On sait que les filons de même nature, qui ne sont eux-mêmes que des fissures remplies de matière minérale souvent cristallisée, suivent, dans un même canton,

la même direction normale. Qui est-ce qui n'a pas remarqué sur un bloc de marbre veiné, que les veines de calcaires spathiques affectent souvent des directions parallèles? Ne peut-on pas admettre avec M. de Beaumont, que la même cause qui a produit ce phénomène en petit dans les marbres, plus en grand dans les filons d'un même canton, l'a également dirigé dans les chaînes de montagnes à roches cristallisées, qu'on avait déjà comparées à de grands filons?

Toutes les chaînes de collines ou de montagnes à roches primordiales, qui présenteront les couches de terrains crétacés fortement inclinées et comme redressées par elles, auront été soulevées après le dépôt de ce terrain nécessairement horizontal, ou à très-peu près; mais comme les couches du terrain, qu'on nomme *tertiaires*, ne partagent pas ce redressement dans les montagnes de la seconde révolution, on en conclura, et nous pouvons dire *nécessairement*, que ce terrain n'avait pas encore été déposé à cette seconde époque.

M. de Beaumont donne comme exemple observé, et par conséquent comme preuve de l'époque de cette révolution géologique, la seconde dans l'ordre de celles qu'il a signalées, les Pyrénées, depuis le cap Ortegal, et les Apennins, en faisant remarquer que la direction générale de ces montagnes est différente de celle des montagnes de la première révolution. Il ramène à ce système, qu'il appelle *Pyrénéo-Apennin*, toutes les chaînes de montagnes qui présentent une même direction générale parallèle à celle de ces deux chaînes.

Le troisième redressement nous paraît un des plus remarquables, et par ses effets gigantesques et par son

époque presque récente ; c'est lui qui a produit les Alpes occidentales ; il a redressé tous les terrains de sédiment à débris organiques, depuis les plus anciens jusqu'aux plus nouveaux ; par conséquent, les terrains jurassiques qui peuvent avoir échappé à la première et à la seconde révolution, les terrains crétacés et jusqu'aux terrains tertiaires, ces terrains que l'on considérait comme si limités, si spéciaux, il y a bientôt trente ans, qu'à peine en faisait-on mention dans les géologies de cette époque.

Les Alpes occidentales, par conséquent les plus hautes Alpes, en s'élevant, les ont soulevés avec elles, et ont porté à plus de 3000 mètres d'élévation des terrains déposés dans le fond des mers. Ce n'est donc pas la mer elle-même, c'est-à-dire tout l'Océan élevé à cette prodigieuse hauteur, qui a porté et déposé ce terrain marin sur le sommet des Alpes ; mais ce sommet est parti, pour ainsi dire, du fond des eaux, et comme couronné des lits du calcaire grossier ; il les a élevés avec lui jusque dans la région des nuages et des neiges perpétuelles ; ils y sont arrivés presque intacts dans certaines parties, mais plus souvent brisés, contournés et noircis, comme si la chaleur, qui a dû causer ou même accompagner une si violente révolution, avait charbonné les débris et les matières organiques abondantes dont ils étaient pénétrés.

La partie occidentale des Alpes, c'est-à-dire les Alpes du Dauphiné et de Savoie, et par conséquent le Mont-Blanc et ses annexes, sont les parties de cette haute chaîne sur lesquelles les observations de M. de Beaumont ont plus particulièrement porté. Ce sont celles qu'il donne pour exemples, et auxquelles il rapporte les

chaînes des montagnes qui paraissent s'y lier par une même direction.

Ce n'est, suivant ce géologue, ni le dernier soulèvement signalé, ni la dernière révolution que la surface terrestre ait éprouvée; une nouvelle et violente dislocation des couches du globe qui a soulevé le Saint-Gothard et les Alpes centrales, qui a soulevé, en Provence, le Leberon et quelques collines, a été elle-même accompagnée et suivie d'autres grands phénomènes qui ont contribué avec elle à modifier la forme extérieure et la structure de l'écorce du globe.

On peut dire que la reconnaissance de ces phénomènes forme, dans le travail de M. de Beaumont, un second genre de considérations, en partie indépendant du premier, mais qui concourt efficacement à compléter l'histoire des révolutions du globe.

Il est une classe de terrains composés de débris de roches, tantôt arrondis en galets, tantôt ayant conservé leurs angles et leurs crêtes presque intacts; on les appelle *terrains de transport*, parce qu'ils ne peuvent être dans les lieux où on les voit, que par suite d'un transport plus ou moins évident.

Il y a quelques-uns de ces terrains de transport, celui que les Suisses nomment *Nagelflue*, qui appartiennent évidemment au terrain tertiaire. Il en a partagé, dans les Alpes, tous les mouvemens. Ce n'est pas de celui-ci qu'il est question ici, mais bien d'un ou plutôt de deux terrains de transport postérieur au Gompholite (Nagelflue). Ce sont eux qui montrent, par leur position et par une multitude d'autres circonstances importantes

développées avec des détails infinis dans le Mémoire de M. de Beaumont, qu'ils ont été déposés après le relèvement des Alpes occidentales et des terrains tertiaires; car ils sont constamment placés sur la crête ou tête des couches de ces derniers. Ce sont, d'une part, les énormes amas de cailloux roulés qui remplissent la vallée du Rhône, entre la Saône et l'Isère; de l'autre, ce sont les blocs et cailloux erratiques, dont les grosses masses anguleuses sont restées dans les vallées des Alpes et sur les pentes du Jura, et dont les parties plus petites et plus arrondies composent la plaine de la Crau en Provence. Quoique dans ces terrains la stratification soit nulle ou peu sensible, on a cependant des moyens sûrs de reconnaître qu'ils ont été produits par le quatrième redressement dont on vient de parler, et qui a opéré le redressement des Alpes centrales et la dispersion des débris de leurs roches, mais qu'ils doivent aussi leur formation et leur position à d'autres causes.

M. de Beaumont croit pouvoir les trouver dans un changement brusque de niveau et d'inclination du sol qui les porte, dans une espèce de mouvement de bascule ou d'enfoncement qui a eu lieu dans le sol de la Provence, par suite d'énormes fissures ou failles qui se dirigent à peu près de l'est à l'ouest, et qui ont produit les montagnes à escarpemens presque verticaux du Leberon, de l'Etoile et de la Sainte-Baume. Ces failles, qui ne diffèrent des filons que parce qu'elles ne renferment aucune roche cristallisée, peuvent être considérées comme le résultat d'énormes fractures des couches, qui peuvent être aussi-bien et peut-être même plus convenablement attribuées à l'affaissement de la partie

la plus basse qu'au soulèvement de la partie qui est restée la plus haute.

Mais, en poussant plus loin l'observation, on voit, comme nous venons de l'indiquer, que ce même terrain de transport peut lui-même être attribué à deux époques, et c'est encore une des observations les plus délicates et les plus importantes renfermées dans le Mémoire M. de Beaumont.

L'une, qui est la plus ancienne, a produit le terrain de transport inférieur désigné par M. de Beaumont, sous le nom de *terrain de transport ancien*. Il est composé de cailloux de diverses natures, toujours arrondis et ne renfermant pas un seul bloc volumineux. Ce terrain, qui se présente avec tous ses caractères dans la partie de la vallée du Rhône que nous avons limitée plus haut, est sillonné de ravins, de vallons, même de vallées qui y ont été évidemment ouvertes après l'époque de son dépôt : des cours d'eau puissans et rapides ont pu produire ces creusemens dans des terrains qu'on peut appeler *meubles*, malgré la grosseur de leurs parties. Mais en ouvrant et creusant ces vallons, ces cours d'eau y ont transporté ou déposé les gros blocs erratiques dont on vient également de parler. Ces blocs sont placés sur les pentes et dans le fond des vallées ; mais jamais ils ne pénètrent dans l'ancien terrain de transport ; jamais ils ne se mêlent avec lui. Ce sont les témoins gigantesques et immobiles de la dernière révolution qui s'est passée à la surface de la terre dans les pays qui ont été soumis à notre observation. Ils ont suivi, et peut-être après un assez long intervalle de temps, le redressement des Alpes occidentales et l'époque de la formation du terrain tertiaire ; ils ont ter-

miné ces époques de tourmente et de destruction, qui ont précédé immédiatement l'état de repos qui caractérise l'époque actuelle, et qui ont laissé aux continens, à très-peu près, la forme qu'ils ont dû prendre après cette dernière catastrophe.

On voit combien de considérations différentes, intéressantes et de la plus haute importance pour l'histoire naturelle du globe, sont renfermées dans le Mémoire que M. Elie de Beaumont a soumis au jugement de l'Académie. Ce Mémoire, dont nous n'avons rappelé que les résultats généraux, et encore de la manière la plus brève, est rempli de détails qui font connaître sur quels faits M. de Beaumont s'est appuyé pour arriver à ces résultats et qui fournissent la preuve de leur justesse (1).

Si donc les principes d'où M. de Beaumont est parti sont vrais, comme tout nous porte à le croire, il faut en admettre la conséquence et même les applications. Ainsi, après avoir reconnu avec M. Werner et avec les géologues qui ont employé la considération des débris organiques, l'âge relatif de quelques roches, et surtout celui des terrains de sédiment, nous pouvons, avec M. de Beaumont, reconnaître l'âge des chaînes de montagnes.

---

(1) Ce Mémoire a été imprimé en entier dans les *Annales des Sciences naturelles*, *etc.*, non-seulement tel qu'il a été présenté à l'Académie en juin 1829, mais avec les additions que le dernier voyage de M. Elie de Beaumont lui a permis d'y faire; additions que les commissaires de l'Académie ont eues sous les yeux, et qui sont importantes en ce qu'elles tendent seules à confirmer les conséquences que M. de Beaumont a déduites de ses premières observations.

Nous pourrons dire avec lui que les montagnes peu élevées de l'Erzegebirge, de la Côte-d'Or, du Forez, sont postérieures au calcaire jurassique et plus anciennes que celles des Pyrénées et des Apennins, qui sont elles-mêmes postérieures à la craie, et que celles-ci sont encore plus anciennes que les Alpes occidentales; nous dirons que les Hautes-Alpes, dont le Mont-Blanc fait partie, sont plus jeunes que toutes les montagnes du Forez, que les Pyrénées, et enfin que les Alpes centrales, etc., dont le Saint-Gothard fait partie, sont les plus récentes des chaînes de montagnes, de beaucoup postérieures au terrain tertiaire du bassin de Paris, et de l'époque des terrains de transport les plus nouveaux; nous pourrions dire qu'en comparaison des montagnes contemporaines de l'existence des Ammonites, des Belemnites, des Ichthyosaures, et de cette multitude d'animaux perdus, les Alpes, le Mont-Blanc et le Saint-Gothard, postérieurs aux terrains tertiaires et à toutes ces générations de mollusques si pareils à ceux qui vivent dans nos mers, sont comme nés d'hier, et qu'ils ont enseveli les mastodontes et les éléphans européens, témoins du soulèvement de ces géans des montagnes européennes.

On juge que de semblables catastrophes n'ont pu se faire ni lentement, ni tranquillement. Des forces qui soulèvent les Hautes-Alpes, qui transportent à de grandes distances des masses énormes de rochers, doivent se composer d'une grande puissance augmentée d'une grande vitesse. C'est l'opinion de M. de Beaumont; et si, dans la réserve académique, nous ne devons adopter aucune sorte d'hypothèse, celle-ci est assez

raisonnable pour que la même réserve nous défende de la rejeter.

M. Elie de Beaumont n'ignore pas que M. Keferstein, admettant le soulèvement des Alpes et quelques-unes de ses conséquences, avait dit, en 1828, que *cette révolution pouvait bien avoir eu lieu pendant le dépôt de la craie, ou même de formations encore plus récentes*; que M. Mérian de Basle avait inséré dans les Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles plusieurs vues sur les rapports d'époques de soulèvement du Jura avec les terrains que renferment ses vallées. Il cite textuellement les passages dans ses Mémoires; mais il y a loin de ces aperçus ingénieux locaux et spéciaux aux lois générales reconnues par M. de Beaumont, aux nombreux faits qu'il a observés ou rassemblés pour les établir, aux résultats qu'il en a déduits, et qui nous paraissent aussi nouveaux qu'élevés. Nous pensons qu'il a été le premier à reconnaître : premièrement, les différentes *époques* de soulèvement des chaînes de montagnes fondées sur les *époques* de formation des terrains sur lesquels elles ont agi, et de ceux qu'elles ont laissés intacts; secondement, *les rapports de ces époques avec les diverses directions de ces chaînes*, rapports si remarquables par leur constance qu'il a pu les employer pour déduire avec une grande probabilité les époques de soulèvement d'un grand nombre de chaînes de montagnes sans avoir eu besoin de les visiter; troisièmement, enfin, à distinguer *les anciens aterrissemens qui ont succédé aux dépôts tertiaires des traces et des effets mêmes des grandes catastrophes géologiques* qui ont dû être causées par les phénomènes de soulèvement et de dislocation.

Le Mémoire de M. de Beaumont expose donc certainement l'une des théories les plus nouvelles, les plus hardies et les plus ingénieuses qui aient été proposées depuis long-temps; elle semble même détruire des théories qui ont pour elles l'honorable prévention d'un nom illustre et d'un assentiment général, et qui ont été adoptées, professées par plusieurs des membres de cette Académie (1). Cependant votre commission, non seulement n'hésite pas à vous proposer de sanctionner le travail remarquable de M. de Beaumont, mais elle vous demandera de l'encourager par votre plus haute approbation.

L'Académie des Sciences saura toujours distinguer les idées nouvelles, résultat d'expériences et d'observations nombreuses, bien faites, discutées avec une saine et sévère critique, de celles qui ne sont que le résultat des conceptions d'une imagination active, entraînée par quelques aperçus. Elle accueillera les premières, et gardera le silence sur les autres sans craindre que des esprits chagrins, blessés par cette sage réserve, s'écrient que l'Académie repousse les lumières. Mais l'accueil empressé qu'elle aura fait et qu'elle fera à tout Mémoire semblable à celui que nous venons d'exa-

---

(1) La plupart des professeurs de géologie de Paris, et notamment deux de ceux qui ont été chargés de l'examen du travail de M. de Beaumont, ont professé la géognésie, d'après les principes posés par Werner du dépôt successif des couches du globe par voie de cristallisation aqueuse et de sédimens. Or les observations de M. de Buch, et celles qui font la base du Mémoire de M. de Beaumont, modifient considérablement ces principes.

miner, apprendra qu'elle sait distinguer les vérités fondées sur de solides bases, des opinions même spirituelles, déduites de données incertaines ou vagues.

Nous avons donc l'honneur de proposer à l'Académie d'accorder son approbation au genre de recherches renfermées dans le Mémoire de M. de Beaumont, et aux conséquences remarquables qu'il en a déduites; et de lui donner tous les encouragemens dont elle peut disposer, en ordonnant l'impression de son Mémoire dans le *Recueil des Savans étrangers*.

Signé BEUDANT, BROCHANT DE VILLIERS;
BRONGNIART, Rapporteur.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

SUPPLÉMENT *à l'Analyse de la séance de l'Académie, du* 17 *août* 1829.

EXTRAIT *du Rapport fait par MM. Serres, Magendie et Duméril, sur un Mémoire de M. le Dr Lugol, relatif à l'emploi de l'iode dans les maladies scrophuleuses.*

(Nous revenons sur cet objet moins encore parce qu'on nous l'a demandé, qu'à cause de son importance. Nous pourrions ajouter que cet article servira de réponse à ceux qui ne manquent pas, quand les chimistes découvrent des substances nouvelles, de demander *à quoi bon?*)

Nous rappellerons, disent en commençant MM. les rapporteurs, que les scrophules, long-temps désignées

sous le nom d'*humeurs froides* ou d'*écrouelles*, sont une de ces maladies lentes, répugnantes, souvent héréditaires, qui font le désespoir des familles, parce qu'on en guérit rarement, et, qu'aujourd'hui même, la plupart des médecins « la regardent comme incurable lorsqu'elle est portée à un certain degré. »

Les commissaires, après une description détaillée des scrophules, arrivent au travail de M. Lugol. Le médicament dont ce médecin a fait usage n'est pas tout-à-fait nouveau, mais il n'avait jamais été administré ni avec autant de méthode et de précaution, ni sur un aussi grand nombre d'individus à la fois, ni avec des succès aussi évidens.

Dans le court espace de dix-sept mois, M. Lugol a traité 109 malades. Il a fait usage pour cela de deux espèces de préparations d'iode : l'une, administrée uniquement à l'intérieur, est une solution de ce corps dans l'eau ; les autres destinées à un emploi extérieur, sont aussi des solutions aqueuses plus ou moins chargées pour injections, lotions et collyres ; des onguens pour les ulcères, ou des pommades pour les frictions.

Des 109 scrophuleux traités par M. Lugol à l'hôpital Saint-Louis, en 17 mois,

39 étaient encore en traitement à l'époque où les commissaires firent leur rapport ;

30 avaient quitté l'hôpital avec des amendemens notables ;

4 n'avaient pas été soulagés ;

26 étaient sortis complètement guéris.

Les commissaires déclarent qu'ils ne se sont pas bornés à prendre connaissance du Mémoire de M. Lugol ;

qu'ils ont désiré voir, examiner, interroger les malades en traitement; qu'ils se sont fait présenter quelques-uns de ceux qui étaient indiqués comme tout-à-fait guéris ou en voie de guérison, et que les assertions de l'auteur se sont trouvées parfaitement exactes.

Sur *le Pouvoir magnétisant des rayons solaires.*

Par MM. P. Riess et L. Moser.

(L'extrait qui suit a été rédigé par les auteurs.)

On lit, dans ces *Annales*, tome XXXIII, page 393, des expériences faites par madame Sommerville, qui tendent à confirmer l'action magnétique du rayon violet. Cette action, découverte par M. Morichini, à Rome, et décrite par lui long-temps avant, avait été révoquée en doute, tant par les physiciens français que par ceux de l'Allemagne et de l'Italie. Néanmoins, le résultat favorable auquel madame Sommerville était parvenue, semble avoir si bien dissipé les incertitudes de quelques personnes, qu'on voit déjà s'élever sur cette prétendue découverte diverses théories concernant le magnétisme de la terre, et ses variations, tant diurnes qu'annuelles. On ne peut disconvenir que la force magnétisante du soleil ne renferme un moyen facile de les expliquer. Les travaux de Baumgartner sur le même sujet, les observations de M. Christie sur la diminution des amplitudes d'une aiguille oscillant dans les rayons solaires, qui semblent rapprocher l'action magnétique du soleil

d'une découverte récente ; enfin, un essai que M. Zantedeschi, à Pavie, vient de faire paraître, nous engagent à publier aussi les résultats des recherches que nous avons entreprises pour mettre un fait aussi important dans tout son jour.

En nous attachant à une répétition minutieuse des procédés décrits par M. Morichini et par ses successeurs, comme les plus favorables, nous avons cependant abandonné les méthodes dont ils s'étaient servis pour apprécier l'état magnétique des aiguilles, et pour en mesurer l'intensité. Des épreuves antérieures nous avaient fait connaître qu'elles étaient sujettes à des erreurs presque inévitables. La méthode la plus sûre pour juger du magnétisme d'une aiguille consiste à la faire osciller ; c'est celle que nous avons employée. Les aiguilles étaient d'acier doux ; leur masse était très-petite ; mais elles présentaient une surface considérable à l'influence de la lumière. Nous nous sommes assurés de l'état primitif de ces aiguilles quant à leur intensité magnétique, en les examinant quelque temps avant de les soumettre à l'expérience : c'est ainsi que nous avons obtenu des résultats certains et purs. Le faible magnétisme des aiguilles de fer doux ne parvient peut-être jamais à un état fixe. C'est pour cela que nous nous dispensons de donner, dans les tables suivantes, les résultats numériques obtenus avec ces sortes d'aiguilles ; il suffira de remarquer ici qu'aucune d'entr'elles, dans les diverses circonstances auxquelles nous les avons exposées, n'a acquis, par l'influence de la lumière, un degré de magnétisme certain, et qu'on n'aurait pas pu plus justement attribuer aux variations que subit cette propriété

dans le fer par toutes sortes d'influences, même mécaniques.

Quant à la table suivante, nous ajouterons que le spectre était presque toujours dans le *minimum* de déviation, ce qui correspond à sa plus grande intensité; que les aiguilles se trouvaient sur un cadre, à 3 ou 4 pieds de distance du prisme; que la chambre, dans beaucoup de cas, était obscurcie le moins possible, et que la lentille avait 1,2 pouces d'ouverture et 2,3 pouc. de foyer.

Dates.	Marques des aiguilles.	Durée d'une oscillation, avant l'exp.	Durée d'une oscillation, après.	Temps de l'observation.	Remarques.
3 avril.	*a*	22″,0	22″,0	10 $\frac{1}{2}$ h. - 12 h.	
27	*b*	27,5	27,5	9 $\frac{1}{2}$ - 11	
	c	14,5	14,5	9 $\frac{1}{2}$ - 11	
6 mai.	*d*	3,2	3,0	8 $\frac{1}{2}$ - 10	
14 juin.	*e*	15,2	15,7	9 - 12	
16	*f*	22,0	22,0	9 $\frac{3}{4}$ - 11 $\frac{3}{4}$	On a promené le foyer rayon violet 200 fois le lo d'une moitié de l'aiguille.
17	*f*	22,7	22,5	8 $\frac{3}{4}$ - 11 $\frac{3}{4}$	
23	*g*	18,2	18,2	9 - 10 $\frac{3}{4}$	
1 juillet.	*f*	23,0	23,7	9 $\frac{1}{4}$ - 12 $\frac{1}{4}$	
1	*h*	19,5	19,5	9 $\frac{1}{4}$ - 12 $\frac{1}{4}$	
11	*f*	22,4	22,2	8 $\frac{1}{2}$ - 10 $\frac{3}{4}$	200 fois.
11	*i*	27,7	22,5	8 $\frac{1}{2}$ - 10 $\frac{3}{4}$	100
25	*f*	19,5	19,2	9 $\frac{1}{4}$ - 11	200
10 août.	*f*	22	22,2	9 - 12	525
	k	20,2	20	9 - 12	
12	*f*	22,2	22,2	9 - 11 $\frac{1}{2}$	200
	l	17	16,7	9 - 11 $\frac{1}{2}$	100

Pour les expériences faites avec les aiguilles *a*, *b*, *c*, on avait fixé le spectre au moyen d'un héliostat. Par là, on se garantissait contre les ébranlemens que le mouvement du soleil et le déplacement des aiguilles rendent inévitables. Pourtant nous n'avons pas toujours fait usage de cet instrument, parce que, dans les travaux que nous voulions vérifier, on n'avait fait nulle mention de l'action de la lumière *réfléchie*. Il est bon de remarquer que l'aiguille avait été exposée 17 $\frac{1}{2}$ heures à l'action du soleil sans en devenir plus magnétique, quoique M. Morichini ne demande que 15 à 30 minutes pour une aimantation complète.

Pour nous assurer que le magnétisme ne subissait pas de changement *pendant* que les aiguilles se trouvaient dans la lumière violette, nous suspendîmes dans un petit vase de terre une aiguille fortement magnétisée, de 2 pouces de longueur, et dont le pôle-sud (c'est-à-dire qui se dirige vers le sud de la terre) oscillait devant l'aiguille à éprouver, fixée verticalement et soumise à l'influence du rayon violet que l'héliostat rendait immobile.

Temps.	Durée de 30 oscillations,	
	seule.	devant l'aiguille.
10 $\frac{1}{4}$ h.	50″,2	48″,7
11 h. 3′		48 ,7
12 h.	50 ,2	48 ,7.

Pour répéter les expériences de M. Baumgartner (*Zeitschrift*, t. 1, p. 263), qui présentent l'action magnétique solaire sous une autre forme, nous prîmes des fils d'acier de 3 pouces à 3,4 de longueur et de 0,04 de diamètre, polis en différentes parties, et nous les fixâmes verticalement avant et après chaque expérience, devant le pôle boréal de la petite aiguille d'épreuve, oscillante, située dans le tube cylindrique. On pouvait amener cette dernière à diverses hauteurs des fils d'acier. Les nombres de la troisième colonne se rapportent à la longueur de ces fils, comptée de bas en haut.

Dates.	État de la partie de l'aiguille.	Sa hauteur.	Durée de 30 oscillations, avant.	Durée de 30 oscillations, après.	L'aiguille était restée expos lumière directe solaire, d
12 juin *a*	poli.	0, 1 pouc.	54″,0	53″,8	$9\frac{1}{4}$ h., jusqu'à 1
	oxidé.	1,24	49 ,6	49 ,6	
	poli.	2,43	48 ,8	48 ,8	
13 juin *b*	poli.	0,23	54 ,0	51 ,4	$8\frac{3}{4}$ 12
	oxidé.	1,33	49 ,6	49 ,6	
	oxidé.	2,49	47 ,6	47 ,6	
c	poli.	0,25	53 ,6	53 ,6	9 12
	oxidé.	1,35	49 ,6	50 ,0	
	poli.	2,62	46 ,4	46 ,4	
23 juin *d*	oxidé.	0,35	52 ,0	52 ,0	9 1
	poli.	1,79	48 ,0	48 ,8	
	oxidé.	2,97	50 ,0	49 ,4	
26 *e*	poli.	0,35	53 ,6	53 ,6	$8\frac{1}{2}$ 1
	oxidé.	1,72	48 ,8	49 ,2	
	oxidé.	3,03	46 ,4	46 ,4	

Nous n'avons depuis employé que des fils à demi polis, dont le changement d'état magnétique se fait aisément connaître par la durée d'un nombre suffisant d'oscillations.

.	Magnétisme de l'extrémité polie.	Durée d'une oscillation, avant.	après.	L'aiguille avait été exposée à la lumière de	On dirigeait sur elle le foyer d'une lentille pendant
el *a*	*n*	35,2	35,0	$9\frac{1}{4}$ h. à 12 h.	10′.
b	*n*	20,7	21,0		10′.
c	*s*	28,4	29,0	$8\frac{1}{4}$ à 1.	
d	*n*	20,4	20,6	$9\frac{1}{4}$ à $12\frac{1}{2}$.	25′.
e	*n*	26,2	26,0	9 à 1.	
f	*n*	36,0	37,0	$8\frac{1}{2}$ à $1\frac{3}{4}$.	10′.
d	*n*	20,0	20,0		10′.
g	*s*	32,6	32,6		
it *h*	*n*	22,8	22,6	$8\frac{3}{4}$ à $1\frac{1}{2}$.	
i	*n*	38,2	38,4	$8\frac{3}{4}$ à $12\frac{1}{2}$.	
k	*n*	32,1	32,0	8 à $11\frac{3}{4}$.	
l	*n*	30,0	31,4	9 à $11\frac{1}{2}$.	5′.
n	*n*	31,7	32,0	$9\frac{1}{2}$ à $11\frac{1}{2}$.	10′.

Pour rendre manifeste l'état des fils durant l'action solaire même, nous les fixâmes verticalement, le pôle-sud en dessous, et la moitié polie devant la petite aiguille d'épreuve. Voici une expérience faite de cette manière, le 12 août :

Temps.	Durée de 30 oscillations, seules.	devant le fil.
$9\frac{3}{4}$ h.	39″,5	42″,0
10 h. 40′	....	42 ,0
10 h. 50′	....	42 ,0
12 h. 25′	39 ,5	42 ,0.

Le savant M. Poggendorff nous a engagés à étendre nos expériences à la lumière polarisée. Nous avons,

pour cet effet, employé, tantôt un miroir noirci, incliné sous 35° 25 au rayon du soleil incident, tantôt un prisme de spath calcaire. Les observations sur cette espèce de lumière se trouvent dans notre Mémoire ; nous nous contenterons de dire ici qu'elle ne s'est pas montrée plus efficace, pour produire du magnétisme, que la lumière directe.

D'après cette analyse de nos recherches, nous croyons à juste titre pouvoir rejeter totalement une découverte qui, pendant un espace de dix-sept ans, a de temps en temps troublé la science. Les petites variations qui se trouvent dans quelques-unes de nos expériences, et que nous n'avons point dissimulées, ne sauraient constituer une action réelle, de la nature de celle qui s'est présentée à MM. Morichini, Baumgartner, etc., d'une manière si évidente et si décidée. D'ailleurs ces variations ne sont pas toujours favorables à la prétendue découverte.

Sur *la Putréfaction animale ; remarques de* Charles Matteucci.

Tout le monde sait que les substances animales soustraites à l'influence de la vie, ne tardent pas à s'altérer, à développer des gaz fétides, enfin, à se détruire. L'air, l'eau, la chaleur sont les causes extérieures qui donnent origine à cet ordre nouveau de compositions. L'eau y contribue en ramollissant les fibres et en s'unissant aux produits de la putréfaction ; la chaleur, lorsqu'elle est à un degré modéré, les sépare, et, en détruisant leur

cohésion, les dispose à des combinaisons nouvelles ; l'air enfin exerce l'influence principale et la plus marquée, en cédant une partie de son oxigène au carbone, à l'hydrogène, à l'azote des substances animales : de là l'acide carbonique, l'eau, le carbonate d'ammoniaque, l'acide acétique, qui sont les principaux produits de la fermentation animale. Les fibres animales donc souffrent cette altération, principalement à cause de l'oxigène atmosphérique qui s'y combine, et par conséquent en ôtant l'action de l'oxigène, on pourrait à cet égard empêcher la putréfaction. Maintenant il n'y a rien de plus facile que de changer les affinités des corps ; il suffit pour cela d'en changer l'état électrique. En partant de ces mêmes principes, Davy fit sa belle et utile découverte de la manière d'empêcher l'oxidation du cuivre qui double l'extérieur des vaisseaux. En considérant ainsi l'oxigène comme un corps éminemment électro-négatif, pour empêcher sa combinaison avec les fibres animales, il suffirait d'établir en elles un état électrique analogue, c'est-à-dire un état négatif. Persuadé, d'après quelques expériences de M. Bellingiri, de Turin, et d'autres, pas encore publiées, que j'avais faites moi-même, que les substances animales, lorsqu'elles sont mises en contact avec les métaux, s'établissent elles-mêmes en état électrique, je me déterminai à placer quelques morceaux de muscle sur des plaques de zinc, d'autres sur des plaques de cuivre, et j'en laissai d'autres à elles-mêmes. Je ne tardai pas plus d'un jour à m'apercevoir que la putréfaction avait déjà commencé dans les morceaux de muscle que j'avais laissés à eux-mêmes, tandis qu'aucune alté-

ration ne se manifestait dans ceux qui étaient en contact avec des métaux. Je vis après dans ceux-ci que les produits de l'altération qui eut lieu plus tard étaient différens, mais toujours en rapport avec l'état électrique qu'on y avait déterminé, c'est-à-dire avec leur affinité. Ainsi, j'observai des produits ammoniacaux et de l'hydrogène carboné dans les muscles qui étaient en contact avec le zinc; et beaucoup d'acide et d'acétate de cuivre dans ceux qui étaient en contact avec le cuivre. Ces résultats montrent assez que les muscles mis en contact avec le zinc, étant devenus électro-négatifs, et ne pouvant plus s'unir à l'oxigène, ont tardé à s'altérer; mais ont cédé enfin à l'affinité, quoique faible, de l'hydrogène et de l'azote; tandis qu'au contraire les fibres musculaires placées sur le cuivre ont dû s'unir entièrement en produits acides. On peut donc ainsi retarder la putréfaction, c'est-à-dire en éludant l'action d'un des deux élémens de l'atmosphère. J'ai obtenu aussi des résultats semblables et peut-être plus marqués en déterminant sur les fibres animales un état électrique, non par l'action électro-motrice, mais en les disposant comme conducteurs aux pôles d'une pile. Maintenant il me paraît qu'en partant de ces considérations on peut avec plus de fondement expliquer la propriété antiseptique de quelques corps, explication qui n'est pas la même pour tous. Ainsi, il y en a qui agissent en ôtant l'eau; d'autres, en formant de vraies combinaisons imputrescibles; d'autres, enfin, à mon avis, en déterminant un état électrique particulier. De ce genre est, par exemple, la propriété du charbon végétal. C'est un fait confirmé par la pratique chirurgi-

cale (1), que si l'on met du charbon végétal sur les plaies purulentes, sur les plaies putréfiées, il n'est pas long-temps sans leur ôter la mauvaise odeur et empêcher un développement ultérieur de matières fétides.

De semblables effets ne peuvent pas sans doute tenir seulement à une action de porosité, car ils cesseraient par le contact prolongé, et on peut mieux les comprendre, si l'on considère l'action du charbon comme électro-motrice, en conséquence de laquelle, en établissant sur les plaies purulentes et sur les chairs en putréfaction, des états électriques, elles perdent ces affinités en vertu desquelles elles séparaient des matières purulentes ou se détruisaient avec une putréfaction rapide.

Note *sur une nouvelle combinaison naturelle de carbonates de chaux et de soude, autre que la Gay-Lussite* (2).

Par M. Germain Barruel.

Ce minéral, dont la structure est laminaire, présente trois sens de clivage facile, donnant un rhomboèdre semblable à celui de la chaux carbonatée primitive, autant que j'ai pu en juger, à défaut de goniomètre, en appliquant deux cristaux de ces deux substances. Il y a des indices de clivage dans le sens de la petite diagonale.

---

(1) Sur les propriétés du charbon, voyez une brochure publiée dernièrement à Paris, par le Dr Palman.

(2) On s'est procuré ce minéral chez un marchand de minéraux, qui n'a pu en faire connaître l'origine.

La transparence est parfaite dans les fragmens qui sont nets ; l'éclat est vitreux, semblable à celui de l'arragonite. Il raye la chaux carbonatée très-fortement, l'arragonite difficilement ; les pointes aiguës de l'arragonite laissent aussi à leur tour une trace sur cette substance, mais plus faible. La poussière est blanche. Pesanteur spécifique, 2,921.

La double réfraction est la même que dans le spath d'Islande.

Se dissout en entier avec effervescence dans l'acide nitrique. Au chalumeau, chauffé sans addition, il décrépite d'abord un peu, puis brunit, et se réduit à la longue en chaux, mais plus difficilement que la chaux carbonatée pure.

Sa poussière, fondue avec le borax, s'y dissout avec effervescence. On obtient un globule laiteux, demi-diaphane, légèrement nacré, devenant opaque et terne au contact prolongé de l'air.

Pour l'analyser, je l'ai chauffé au rouge ; ce qui m'a donné une perte de 0,46 d'acide carbonique et d'eau : puis je l'ai dissous dans l'acide nitrique étendu ; filtré pour séparer la gangue non dissoute ; traité par l'ammoniaque pour séparer le fer, puis par le carbonate d'ammoniaque pour séparer la chaux, et de plus la strontiane ou la baryte que j'y supposais (et dont je vérifiai qu'il n'y avait pas de trace en convertissant le carbonate obtenu en nitrate, évaporant à siccité, puis traitant par l'alcool marquant 42° à l'aréomètre). Les eaux de filtration évaporées à siccité, puis chauffées au rouge dans le creuset de platine, me donnèrent un résidu efflorescent, quoique mon laboratoire fût humide à ce moment, qui

ne noircissait pas le platine au chalumeau, et qui, converti en nitrate, était un peu déliquescent. Ce résidu était par conséquent du carbonate de soude. Voici le résultat de l'analyse :

Gangue talqueuse	0,050 ;
Peroxide de fer	0,010 ;
Chaux	0,395 ;
Soude	0,082 ;
Perte par calcination, 0,460 ;	
Ou en déduisant l'acide d'après les bases,	
Acide carbonique	0,363 ;
Eau	0,097 ;

Ou bien,

Gangue	0,050 ;
Peroxide de fer	0,010 ;
Carbonate de chaux	0,700 ;
Carbonate de soude	0,140 ;
Eau	0,097 ;
	0,997 ;

c'est-à-dire, carbonate de chaux, 11 atomes ; carbonate de soude, 2 atomes ; eau, environ 9 atomes.

Paris, 19 août 1829.

Sur *le Précipité noir de Platine de M. Edmund Davy, et sur la propriété de l'Éponge de platine d'enflammer l'hydrogène.*

Par M. Liebig.

M. Edm. Davy, en chauffant du sulfate d'oxide de platine avec de l'alcool, a obtenu un précipité noir, ténu et tachant, tandis que la liqueur se décolorait. Ce précipité, desséché, répandait une odeur d'éther, et jouissait de la propriété remarquable de devenir rouge en l'humectant avec l'esprit-de-vin, et de continuer à rougir tant qu'il restait de l'alcool. Pendant cette combustion, l'alcool était transformé en acide acétique.

M. Edm. Davy prend ce corps pour du nitrite d'oxide de platine combiné à une substance organique; mais cette opinion ne peut être d'accord avec le mode de préparation. Selon lui, si on le chauffe, il fait d'abord entendre une espèce de sifflement; il présente une petite flamme rouge, et il se réduit en platine; il ne brûle que faiblement dans l'oxigène; et, chauffé sans l'accès de l'air, il fournit de l'oxigène, de l'acide carbonique, de l'acide nitreux et du platine; les alcalis ne l'attaquent pas, mais il se dissout lentement dans l'acide muriatique.

M. Doebereiner (*Journ. de Schweigger*, 38, 322), en examinant les rapports de cette substance avec plusieurs fluides élastiques, a remarqué qu'elle absorbe tous les gaz combustibles, mais qu'elle n'absorbe ni l'oxigène, ni l'acide carbonique. Saturée d'hydrogène et

mise en contact avec de l'oxigène, elle tend à opérer leur combinaison et à former de l'eau ; tandis que, par la chaleur qui se dégage, elle devient incandescente. Il présuma que le platine métallique extrêmement divisé pouvait produire une action analogue, et c'est ainsi qu'il découvrit l'inflammation remarquable de l'hydrogène par l'éponge de platine.

On verra que cette découverte aurait dû être une conséquence nécessaire d'un examen plus approfondi du précipité noir de platine.

Doebereiner indiqua plus tard une autre méthode pour la préparation de ce corps ; il l'obtint en traitant le chlorure de platine et de potassium par l'esprit-de-vin.

En outre, M. Zeise a décrit une combinaison de platine qui lui paraît particulière, et qu'on se procure en chauffant doucement dans une cornue du chlorure de platine avec douze parties d'esprit-de-vin à 0,813, jusqu'à ce que le chlorure noircisse, et que le liquide devienne clair et incolore. Il se produit de l'éther hydrochlorique, et le liquide s'acidifie. Le précipité, bien lavé et séché, s'enflamme à une température élevée, même sans l'accès de l'air ; il y a une faible détonation, et il se dégage de l'acide carbonique, de l'oxigène et de l'eau acidulée par de l'acide acétique. Cette substance se comporte de la même manière avec la vapeur d'alcool, mais elle ne s'enflamme pas dans le pétrole ni dans l'essence de térébenthine.

Les propriétés analogues de ces trois substances donnent lieu de conclure, même sans expériences préalables, qu'elles renferment toutes un même corps, combiné ou

mêlé avec d'autres matières qui tendent à modifier plus ou moins ses propriétés.

J'ai examiné ce corps préparé d'après les trois méthodes indiquées, et j'ai trouvé qu'aucune d'elles ne le donne parfaitement pur. Si on le prépare à la manière de M. Davy, il contient de l'acide nitreux qui pourtant est indépendant de sa composition; car, en le faisant bouillir à plusieurs reprises avec de la potasse caustique et de l'eau, puis le séchant complètement, on n'a plus une trace d'acide nitreux sans toutefois que les autres propriétés de ce corps soient changées par l'action de la potasse. En faisant passer sur le produit de M. Zeise ou celui de M. Doebereiner un courant de gaz hydrogène, il se forme de l'acide hydrochlorique, preuve que ces produits retenaient des chlorures. Jamais je n'ai obtenu en même temps de la vapeur d'eau; ce qui rend très-problématique la présence de l'oxigène.

On peut obtenir ce corps privé de toute matière étrangère par le procédé suivant.

On se procure du chlorure de platine en chauffant fortement et pendant long-temps le chloride du même métal, et on traite ce chlorure, qui présente une couleur jaune verdâtre, par une dissolution concentrée de potasse. Il se dissout parfaitement à l'aide de la chaleur, et donne une liqueur noire et peu transparente, dans laquelle, après l'avoir retirée du feu, on introduit peu à peu de l'esprit-de-vin, en remuant chaque fois. Il se produit en peu de temps une effervescence tellement vive, qu'il faut prendre un vase assez grand, afin de ne rien perdre; il se dégage beaucoup d'acide carbonique, et il se précipite une poudre très-lourde et d'un noir de

velours, qu'on doit faire bouillir successivement avec un peu d'alcool, d'acide hydrochlorique, de potasse, et, en dernier lieu, quatre à cinq fois avec de l'eau; puis on lave, et on sèche dans une capsule de porcelaine sans mettre la substance en contact avec un filtre ou une autre matière organique.

Cette poudre noire est grenue et dure, elle n'a pas la moindre odeur éthérée; chauffée dans l'air ou dans l'oxigène, elle ne s'enflamme pas; traitée par le gaz hydrogène, il ne se forme point d'eau; fortement calcinée dans l'air, elle ne perd pas de son poids. La potasse et l'acide hydrochlorique ne l'altèrent nullement. Elle se dissout facilement dans l'eau régale à l'aide de la chaleur, et présente une liqueur limpide, qui ne contient rien que du chloride de platine; humectée avec un peu d'esprit-de-vin, elle ne produit pas d'effervescence, mais elle commence aussitôt à rougir vivement, et reste incandescente tant qu'il y a de l'esprit-de-vin, qui se convertit en acide acétique. En l'introduisant dans une cloche remplie d'oxigène et fermée sur le mercure, et en l'humectant avec de l'alcool, le mercure ne tarde pas à monter; il se forme de l'acide acétique sans la moindre trace d'acide carbonique, et au bout de huit à quinze jours l'oxigène est absorbé complètement. Avec l'acide acétique, il se forme de l'éther acétique.

Si l'on fait passer sur ce corps, dans l'air, un courant d'hydrogène, le gaz s'enflamme instantanément.

En le pressant ou le frottant entre du bois et une pierre, il prend un éclat métallique blanc; sa densité, déterminée avec une balance très-exacte, est,

d'après trois expériences différentes, de 17,572; 15,780; 16,319.

D'après ces propriétés, cette poudre noire n'est autre chose que du platine métallique extrêmement divisé, qui se comporte comme de l'éponge de platine; ou plutôt cette dernière en possède les propriétés, mais à un degré beaucoup moins intense.

Je dois encore ajouter que le platine métallique, précipité par le zinc d'une dissolution acide de chloride, est doué absolument des mêmes propriétés. Il présente une poudre noire; il devient incandescent si on l'humecte faiblement avec de l'esprit-de-vin; et, si l'on emploie une plus grande quantité de ce dernier, il continue à se convertir en acide acétique, quoiqu'il n'y ait plus incandescence.

Le platine qu'on précipite par le zinc d'une dissolution plus neutre de chloride, se présente, comme on le sait, sous la forme d'une croûte grise et compacte, qui ne jouit plus des propriétés indiquées ci-dessus; l'éponge de platine est susceptible de les acquérir à une température élevée; car, si l'on réduit le chlorure de platine et d'ammoniaque à une chaleur rouge peu intense, de sorte que l'éponge de platine se présente en poudre très-fine et peu adhérente; puis qu'on la chauffe jusqu'à la température de l'eau bouillante, et qu'on l'humecte avec de l'esprit-de-vin ordinaire, elle rougit instantanément, et l'alcool se convertit en acide acétique. Il est connu depuis long-temps qu'un fil de platine rouge exerce la même action sur la vapeur de l'alcool.

Plusieurs fois, au moyen du zinc, j'ai obtenu de la

dissolution de chloride de platine une poudre grise, qui ne rougissait pas au contact de l'esprit-de-vin, et qui ne produisait point d'acide acétique. Pourtant l'esprit-de-vin se décomposait, et il y avait des produits que je ne pus comparer avec les combinaisons connues. Cette poudre grise, humectée avec l'alcool, ayant été mise dans une cloche de verre, l'odeur de l'esprit-de-vin disparut complètement au bout de quelques heures, et la cloche renfermait un gaz qui interrompait la respiration, et qui n'était point de l'acide carbonique.

Si la même cloche, remplie d'oxigène et fermée sur le mercure, est munie d'un tube qui plonge dans l'eau, et si l'on introduit avec la poudre grise de platine humectée d'esprit-de-vin une dissolution de potasse caustique, de sorte qu'elle ne touche pas la poudre, on voit bientôt monter l'eau dans le tube, preuve qu'il y a absorption de l'oxigène; la solution alcaline se colore en jaune, et laisse déposer un précipité jaune qui ne renferme point de platine.

Qu'on fasse nager sur une dissolution de potasse un morceau de verre qui contienne la poudre grise avec l'alcool, et qu'on couvre l'éprouvette d'un entonnoir renversé, par l'ouverture supérieure duquel l'air trouve un accès libre, on verra la potasse prendre, au bout de quelques jours, cette couleur jaune particulière, qui augmente sensiblement, jusqu'à ce qu'enfin il se forme un précipité qui croît aussi continuellement. Le liquide prend une odeur particulière désagréable, qui devient plus forte en ajoutant de l'acide hydrochlorique. En versant cet acide, on ne remarque pas d'effervescence.

Le précipité noir de platine, mis dans les mêmes circonstances, donne naissance à la même matière jaune particulière.

Le noir de platine (car c'est ce nom-là que, pour éviter des périphrases, je veux donner au platine métallique précipité par l'esprit-de-vin de la dissolution du chlorure dans la potasse) jouit au plus haut degré de la propriété d'absorber et de retenir une multitude de gaz.

Si l'on néglige de le bien faire bouillir avec de l'eau, ou si, avant de le sécher, on l'humecte avec de l'esprit-de-vin, celui-ci ne peut plus être chassé entièrement, même sous la machine pneumatique. Dans cet état, si on l'expose à la température de l'eau bouillante, il commence à rougir tout-à-coup, de sorte qu'il brûle le papier sur lequel il est placé. J'ai même vu du noir de platine, qui retenait encore de l'alcool et qu'on venait de sécher dans une capsule de porcelaine encore chaude, s'enflammer subitement lorsqu'on le remuait avec une baguette de verre, et qu'on le mettait ainsi en contact avec beaucoup d'air à la fois. Jamais ces phénomènes n'arrivent si, par des lavages réitérés, le noir de platine a été complètement dépouillé de l'alcool adhérent. Cependant, quoique entièrement privé d'alcool, après l'avoir séché dans la machine pneumatique à l'aide de l'acide sulfurique, lorsqu'on le met subitement en contact avec l'air, il s'échauffe tellement par l'absorption et la condensation de celui-ci, qu'il devient rouge et qu'il brûle le papier dans lequel on l'enveloppe.

Le noir de platine que j'ai décrit, ainsi que celui de M. Zeize, qui contient encore du chlorure, enflamme

facilement l'éther. Pour produire cet effet, il faut broyer le noir de platine avec le doigt dans une capsule de porcelaine, après l'avoir mêlé avec un peu d'eau, puis le sécher entièrement et l'humecter avec de l'éther. Il ne rougit pas aussitôt, car l'évaporation rapide d'une partie de l'éther empêche l'accumulation de chaleur nécessaire pour cet effet; mais si l'on verse sur la poudre encore humide une certaine quantité de noir de platine sec, de sorte que ce dernier n'agisse, pour ainsi dire, que sur la vapeur d'éther qui environne la partie humectée, il devient rouge instantanément et l'éther s'enflamme.

Je ne crois pas que la présence de matières étrangères dans les produits de MM. Davy, Doebereiner et Zeize, modifie les propriétés de ce corps, si ce n'est qu'elles y sont encore plus marquées à cause de la division plus grande du platine qu'exige le mélange d'une certaine quantité de substances étrangères.

La dissolution du chlorure de platine dans la potasse ayant été mêlée avec une quantité notable de nitrate de cuivre, il se forma, par l'ébullition avec de l'esprit-de-vin, un précipité qui renfermait au moins deux fois plus d'oxide de cuivre que de platine. Mais pourtant la propriété de rougir avec l'alcool existait toujours.

J'avais essayé d'abord d'obtenir le noir de platine en chauffant ensemble l'oxidule et l'esprit-de-vin, et j'avais préparé pour cela de l'oxidule de platine d'après les méthodes connues.

On sait qu'en traitant le chlorure de platine par une petite quantité de solution alcaline, on obtient un précipité noir volumineux, qui, soigneusement lavé et

traité par l'esprit-de-vin bouillant, à l'état sec ou humide, donne aussi un précipité noir de platine. Mais toujours il y a en même temps formation d'éther hydrochlorique, ce qui indique la présence d'un chlorure. Je n'ai pu séparer ce chlorure de l'oxidule, car une quantité de potasse caustique plus considérable qu'il ne faut pour former le précipité volumineux dissout le chlorure, et le convertit en une liqueur noire dont la couleur ne provient ni du métal bien divisé, ni du protoxide.

Si l'on veut conclure de ces faits que le protoxide de platine à l'état de pureté parfaite n'est pas encore connu, cette opinion a contre elle les expériences d'un observateur trop exact pour qu'on puisse la trouver vraisemblable; cependant les expériences suivantes peuvent démontrer qu'il doit exister un degré d'oxidation du platine, qui jusqu'ici a échappé à l'observation.

Si l'on mêle une solution neutre de chloride de platine avec du sulfite d'ammoniaque, et puis avec de l'ammoniaque pure, il se forme un précipité blanc et épais, qui, à l'aide de la chaleur, se convertit en un liquide incolore qui ne se trouble pas par le refroidissement. Ajoutant à ce précipité une nouvelle quantité de chloride de platine, il disparaît et donne naissance à un précipité vert de chlorure de platine.

La dissolution du chloride de platine se décolore complètement par l'action du sulfite de potasse, sans que rien ne se dépose; ce liquide renferme de l'acide sulfurique, et il finit par reprendre à l'air sa couleur jaune. Il n'est précipité ni par l'ébullition avec de la potasse en excès, ni par des sels d'ammoniaque.

Après avoir constaté, ce me semble, que les propriétés dont jouissent les substances particulières de MM. Davy, Zeize et Doebereiner appartiennent au platine métallique extrêmement divisé, on trouvera aisément la cause qui peut déterminer l'hydrogène, ainsi que l'alcool, à se combiner avec l'oxigène, lors de leur contact avec l'éponge ou le noir de platine.

Le noir de platine a la propriété d'absorber une foule de gaz ; on lui remarque une analogie surprenante avec le charbon de bois calciné, avec la seule différence que le platine possède cette propriété à un degré beaucoup plus considérable.

Selon M. Doebereiner, 100 grains de noir de platine absorbent jusqu'à 20 pouces cubes de gaz hydrogène ; admettons que 5 se sont portés sur l'oxigène absorbé par le noir de platine en même temps que l'air, et qu'ils ont formé de l'eau, et calculons le volume des 15 pouces cubes qui restent par rapport au volume du noir de platine ; prenons 16 comme densité moyenne de ce dernier, nous aurons le volume immense de 745 pouces cubes d'hydrogène, condensé par un pouce cube de noir de platine. Je crois que cela suffit, pour expliquer la propriété paradoxale de l'éponge et du noir de platine, de déterminer la combustion de l'hydrogène et de l'esprit-de-vin.

L'inflammation de l'hydrogène ainsi condensé par l'action du noir ou de l'éponge de platine ne peut guère surprendre, si l'on considère une action analogue du fer. L'affinité de ce métal pour l'oxigène peut être augmentée à un si haut degré, qu'il s'enflamme à la température ordinaire, lorsqu'on le lui présente à l'état de

division extrême, comme on l'obtient par la réduction de ses oxides à l'aide de l'hydrogène.

En effet, cette ignition du fer ainsi divisé provient de l'absorption de l'air, mais particulièrement de la chaleur produite par la condensation de l'oxigène. La combinaison de ces deux corps est favorisée, dans ce cas, par un nombre immense de points de contact, et elle s'effectue alors en un instant dans toute la masse. Il se dégage de même de la chaleur dans le noir et l'éponge de platine par la seule condensation de l'hydrogène; mais tous deux renferment déjà de l'air atmosphérique, dont l'oxigène, mis en contact avec l'hydrogène, se trouve ainsi condensé par une pression au moins aussi forte que celle qu'on emploie pour enflammer le mélange détonant dans une machine à compression; il en résulte la combinaison de ces deux gaz, l'ignition du platine et l'inflammation du gaz hydrogène.

Ce qui prouve qu'une partie de l'air contenu dans l'éponge de platine doit en être chassée, c'est que l'inflammation du gaz hydrogène dans le briquet s'opère beaucoup plus vite et avec une moindre dépense de gaz quand on le fait passer sur l'éponge par secousses et à de très-petits intervalles de temps. On peut facilement apprécier la grande quantité d'air atmosphérique contenu dans l'éponge de platine, en la chauffant dans une cornue remplie d'eau préalablement bouillie. L'éponge de platine perd quelquefois sa propriété d'enflammer le gaz hydrogène, et le noir de platine, après avoir été humecté d'alcool et qu'il a rougi quelque temps, ne devient plus rouge lorsqu'après le refroidissement on ajoute de nouveau de l'esprit-de-vin; ce dernier phénomène dépend

de ce que le noir de platine, étant rougi, acquiert l'état de l'éponge en perdant les propriétés qui lui sont particulières dans son plus grand état de division. Le premier provient en partie de la même cause; l'éponge devenant plus dense et moins poreuse par la chaleur à laquelle elle a été continuellement exposée : ou bien il provient des corps étrangers obstruant ses pores, ou de ce que l'air atmosphérique contenu dans l'éponge est privé de son oxigène. La méthode dont on se sert pour rendre à l'éponge ses propriétés primitives en la faisant bouillir avec de l'acide nitrique, n'a d'autre but que d'expulser et de remplacer cet air; on obtient le même effet en faisant bouillir l'éponge avec de l'eau seulement.

Les propriétés du platine étant réduites à un phénomène général, appartenant à tous les corps poreux, laissent cependant à expliquer les rapports qui existent, comme il paraît, entre le platine et les gaz inflammables, condensés par le noir de platine en bien plus grande quantité que l'acide carbonique, comme l'a observé M. Dobereiner.

La forme et la dimension des molécules des gaz sont sans doute une des causes d'où dépend leur absorption; je rappelle ici cette propriété du gaz hydrogène de s'échapper par les fentes d'une cloche de verre plongeant dans du mercure, de telle sorte que le mercure y monte de 2 - 3 pouces, contre la loi de la pesanteur, propriété qui n'est partagée par aucun autre gaz. Le charbon absorbe et condense les gaz hydrogènes en très-petite quantité; cela provient sans doute du peu d'adhésion que ces deux corps ont entre eux, et on sait parfaitement que le bois sec en absorbe plus que le char-

bon lui-même. M. Schmidt, dans son traité de Physique, a donné, pag. 353, l'explication suivante, qui, toute vraisemblable qu'elle paraisse au premier abord, ne satisfait plus du tout, quand on considère attentivement les phénomènes décrits.

Le platine occupe parmi les corps électro-négatifs une des premières places, de même que l'hydrogène parmi les corps électro-positifs. Cet état électrique suppose déjà un certain rapport réciproque entre ces deux corps. Les expériences de M. Bequerel prouvent, en outre, que la tension de l'électricité, devenant libre dans les actions chimiques, est extrêmement petite. Il n'est donc pas surprenant qu'on ne réussisse pas à démontrer des traces d'électricité qui se développent par le contact de l'hydrogène et du platine.

L'attraction électrique combinée avec la force d'adhésion étant augmentée par la forme poreuse du platine, qui présente un grand nombre de surfaces, on conçoit comment, par la chaleur dégagée, l'action de ces deux gaz est augmentée à un tel degré, qu'ils se combinent et laissent échapper leur calorique latent.

Cette théorie serait sans réplique si elle n'était pas en contradiction avec les propriétés du charbon, qui absorbe des quantités égales de gaz ammoniaque et de gaz hydrochlorique, dont l'état électrique est pourtant tout-à-fait opposé. L'état électrique ne peut pas être, d'après cela, la cause de cette propriété, et il n'est pas plus vraisemblable qu'il le soit pour le platine et l'hydrogène. On sait, en outre, pour rendre l'analogie entre le charbon et le platine plus complète, que du charbon saturé d'hydrogène sulfuré et d'oxigène, détermine une décompo-

sition du premier de manière qu'il se forme de l'eau et qu'il se dépose du soufre.

La coopération de l'électricité est encore moins vraisemblable quand on considère que non-seulement le platine, mais encore d'autres métaux, du verre, de la porcelaine pilée, possèdent la propriété de déterminer la combinaison du gaz hydrogène, quoiqu'à une température plus élevée : l'ignition du noir de platine, arrosé avec de l'alcool, paraît être un phénomène différent de l'inflammation du gaz hydrogène par l'éponge de platine ; mais, en observant plus attentivement, on trouve que les parties du noir de platine qui ne sont pas humectées de liquide, rougissent seules. L'action du noir de platine ne s'étend par conséquent que sur la vapeur d'alcool, dont il doit absorber une quantité beaucoup plus grande que des gaz permanens, en supposant son action analogue à celle du charbon.

Ce qui confirme cette conclusion, c'est qu'en faisant passer de la vapeur d'alcool sur le noir de platine, il rougit instantanément, et il arrive souvent que la vapeur s'enflamme ; l'éponge de platine possède la même propriété, mais il faut la chauffer préalablement de 50 à 60°.

En humectant toutes les parties du noir de platine, il ne devient pas rouge ; cependant l'oxidation de l'alcool et sa transformation en acide acétique n'est pas supprimée pour cela ; on peut la rendre bien sensible en couvrant la capsule qui contient le noir arrosé d'alcool avec une cloche dans laquelle l'acide acétique se condense ; cette transformation continue à l'air aussi long-temps qu'il reste de l'alcool. Cette oxidation dé-

pend de deux conditions : le noir de platine ne doit contenir que la quantité d'alcool nécessaire pour l'humecter de manière que l'air ait l'accès libre ; le changement de l'air autour du noir de platine doit être facilité autant que possible. La capsule doit avoir des bords peu élevés. La formation de l'acide acétique cesse tout-à-fait dans un vase à bords très-hauts.

On voit donc par là que l'oxidation lente de l'alcool se fonde principalement sur la propriété du noir de platine d'absorber l'oxigène de l'air, et sur le grand état de division dans lequel l'alcool lui est présenté.

Lettre *de M. Pelletier à M. Gay-Lussac sur un nouvel Alcaloïde.*

Monsieur,

Je me proposais de vous remettre, pour publier dans vos excellentes Annales, l'analyse d'une écorce qu'au Pérou même l'on mélange avec le quinquina cassaya, par fraude, puisqu'elle ne paraît pas en avoir les propriétés médicinales : cette fraude est d'autant plus à signaler que cette écorce a entièrement l'aspect du quinquina, et possède une saveur presque analogue. Mais cette analyse n'est pas encore terminée ; elle n'offrira même d'intérêt que lorsque je pourrai séparer l'espèce botanique qui fournit l'écorce qui en est l'objet ; et cependant il est important de répandre la connaissance d'un fait qui intéresse toutes les personnes qui sont à même de se procurer du quinquina, soit pour

l'employer en nature, soit pour en préparer du sulfate de quinine. Dans cette vue, je me permets de vous adresser un extrait de la Notice que j'ai lue à l'Académie royale de médecine, et qui contient le précis des recherches que j'ai faites sur cette écorce et son alcaloïde, conjointement avec M. Coréal, pharmacien, contremaître de ma fabrique de produits chimiques. En ce qui concerne l'écorce mûre, le meilleur moyen de la distinguer est de la toucher avec de l'acide nitrique concentré; elle devient d'un vert foncé. Le quinquina cassaya, par la même épreuve, devient d'un rouge-brun. Nous donnerons plus tard l'explication de ce caractère.

Nous avons dit que l'écorce qui nous occupe contient un nouvel alcaloïde : pour obtenir cette substance, il faut traiter l'écorce qui la recèle comme si l'on agissait sur du quinquina gris pour en obtenir la cinchonine. Ce premier fait et la ressemblance qui se trouve entre ces deux substances nous avaient déjà fait penser que c'était de la cinchonine que nous avions obtenue; mais un examen plus approfondi nous a démontré que nous avions obtenu une matière totalement différente. Comme la cinchonine, elle est blanche, transparente, cristalline; mais elle ne se volatilise pas comme la cinchonine, lorsque, après l'avoir fondue par le calorique, on augmente la température.

Elle est soluble dans l'alcool et l'éther, mais absolument insoluble dans l'eau; aussi paraît-elle d'abord sans saveur; cependant au bout de quelque temps elle laisse dans la bouche une impression de chaleur, mêlée

d'amertume et d'astriction. Les acides développent sa saveur.

C'est en la combinant aux acides qu'on peut surtout la distinguer de la cinchonine. Avec l'acide sulfurique, on sait que la cinchonine forme un sel qui cristallise en prismes rhomboïdaux. Le nouvel alcaloïde se combine aussi avec l'acide sulfurique ; mais cette combinaison n'est point cristallisable par solution aqueuse. Lorsqu'on la dissout en proportion convenable dans l'eau bouillante, la solution se prend par le refroidissement en gelée blanche tremblotante, semblable à ce que l'on nomme *blanc-manger* (solution d'ichtyocole dans un lait d'amande). La masse gélatineuse, desséchée, prend un aspect corné ; reprise par l'eau bouillante, elle redevient gélatineuse.

Cette combinaison, dissoute dans l'alcool bouillant, ne se prend plus en gelée par refroidissement, mais cristallise en aiguilles soyeuses qui ressemblent beaucoup au sulfate de quinine. Ces cristaux constituent une combinaison définie entre la nouvelle substance et l'acide sulfurique ; combinaison bien distincte de la matière alcaline elle-même. En effet, les cristaux alcaloïdes sont insolubles dans l'eau ; les cristaux salins s'y dissolvent, surtout à chaud, et se prennent en gelée par le refroidissement. Les cristaux alcalins sont solubles dans l'éther ; les cristaux salins ne le sont pas : l'action de l'acide nitrique sur notre nouvelle matière est des plus caractéristiques. Si l'acide est concentré, il se manifeste une couleur verte des plus intenses ; si l'acide est étendu d'eau, il y a dissolution de la matière sans coloration. Dans le premier cas, la matière

est altérée dans sa constitution ; dans le second, il y a simplement combinaison entre l'alcaloïde et l'acide, combinaison que l'on peut détruire par une base salifiable plus puissante.

Dans un Mémoire sur cette matière, je donnerai l'analyse de l'écorce qui la fournit ; je l'examinerai elle-même d'une manière plus approfondie, et j'en présenterai l'analyse élémentaire.

Examen *chimique d'un cerveau ossifié.*

Par M. Charles Matteucci.

Il n'est pas extraordinaire de trouver dans le cerveau des cadavres humains la glande pinéale presque entièrement ossifiée. On a même des exemples de cerveaux non humains tout-à-fait ossifiés ; mais la concrétion d'un cerveau qui a tous les caractères distinctifs de l'espèce humaine soit par sa structure, soit par la localité où on l'a trouvé (1), est un fait certainement unique. C'est par cette raison qu'ayant jugé important d'en connaître la composition, j'ai examiné la petite quantité que j'ai pu me procurer de la personne qui le gardait précieusement.

Cette substance, soumise à l'action de la chaleur sur une plaque métallique, ne tarda point à se décomposer, à répandre une odeur ammoniacale, et à se convertir

---

(1) Le cerveau ossifié que j'ai analysé était dans un ancien cabinet d'anatomie humaine.

en un charbon volumineux, difficilement réductible en cendre, sans doute par le phosphate de chaux qui s'y trouvait combiné. L'alcool bouillant en dissolvit une grande partie; mais il n'y eut aucun dépôt par le refroidissement; l'action de l'eau produisit le même effet. On y versa de l'acide hydro-chlorique, et il s'en dissolvit une grande partie avec une légère effervescence. L'ammoniaque, versée sur la solution hydrochlorique, forma un précipité abondant de phosphate de chaux. La liqueur, filtrée et traitée par l'acide oxalique, on vit tout de suite se former un précipité d'oxalate de chaux, ce que nous explique le phénomène de l'effervescence due à la présence du carbonate de chaux. La substance animale qui resta après l'action de l'acide hydro-chlorique, et qui constituait plus que la moitié de la substance analysée, était changée en une masse molle et très-soluble dans l'eau et dans l'alcool, et on pouvait aisément troubler cette solution avec la noix de galle et l'acétate de plomb. Frappé de ces caractères, tout me portait à juger cette substance analogue à l'*osmazome*, d'autant plus que l'osmazome existe dans la matière cérébrale. (Vauquelin.)

Ce cerveau ossifié renfermait donc du carbonate de chaux en petite quantité, et du phosphate de chaux en plus grande quantité; mais la masse principale consistait en substance animale analogue à l'osmazome.

La composition des concrétions qui existent dans la glande pinéale est de la même nature. (Fourcroy.)

Réduction *du nitrate d'argent.*

En 1826, M. Charles de Filière eut occasion de faire préparer, par un de ses élèves, une assez grande quantité de nitrate d'argent. Il plaça les plus beaux cristaux dans un papier non collé, qui fut jeté négligemment dans un carton, et par conséquent privé de tout contact avec les corps en suspension dans l'air atmosphérique.

Ayant retrouvé, au commencement du mois de novembre, ce paquet dont l'enveloppe en papier avait pris, comme d'ordinaire, une teinte de violet foncé, il fut surpris de reconnaître que ces beaux cristaux, sans avoir perdu leur forme, n'étaient plus pourtant que des lames d'argent métallique et très-malléable.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	760,34	+ 3,2	86	760,84	+ 6,5	69	760.86	+ 7,2	64	762,55	+ 4,5	76	+ 7,2	+ 0,2	Eclaircies.	N. fort.
2	763,98	+ 3,4	75	764,07	+ 8,0	67	763,85	+ 9,3	65	764,68	+ 6,1	70	+ 9,3	+ 0,0	Très-nuageux.	O.
3	764,80	+ 6,7	81	764,05	+11,2	59	763,30	+ 9,2	59	762,76	+ 2,5	80	+11,2	+ 0,5	Quelques éclaircies.	S. O.
4	757,70	+ 3,9	85	756,47	+ 9 3	70	753,50	+10,3	60	753,60	+ 9,8	90	+11,5	+ 0,5	Couvert.	S.
5	756,30	+ 9,5	86	758,10	+10,5	68	758,94	+11,0	58	761,42	+ 4,0	80	+11,0	+ 2,5	Nuageux.	N. O.
6	759,85	+ 4,3	85	759,06	+ 9,3	81	757,65	+ 9,5	60	756,88	+ 3,0	80	+10,8	+ 1,3	Nuages.	S. O.
7	756,00	+ 7,2	78	755,70	+10 5	64	754,92	+11,7	64	756,00	+ 7,4	88	+11,7	+ 4,7	Très-nuageux.	S. O.
8	759,16	+ 4,3	85	759,18	+ 8,0	68	759,06	+ 9,0	67	759,74	+ 4,7	90	+ 9,0	+ 1,5	Quelq. pet. nuages.	O.
9	760,27	+ 6,0	84	760,32	+ 8,7	80	760,14	+ 9,7	80	760 84	+ 7,4	85	+ 9,7	+ 3,7	Quelq. petit. éclaire.	O. S. O.
10	760,92	+ 6,8	88	759 98	+11,0	71	758,18	+11,3	64	756,76	+ 7,5	75	+11,3	+ 6,0	Quelques pet. éclaire.	S. O.
11	757,70	+ 9,7	86	758,00	+11,7	85	758,13	+12,6	86	759,12	+10,0	89	+13,2	+ 8,5	Couvert	O. S. O.
12	758,60	+11,5	88	757,82	+13,8	83	756,96	+13,5	82	755,74	+11,8	85	+13,9	+10,6	Couvert.	O. S. O.
13	756,87	+12,5	85	757,16	+14,5	82	757,47	+13,2	83	760,36	+ 6,2	89	+14,5	+ 6,2	Couvert.	N. O.
14	761,56	+ 3,8	82	761,43	+ 5 0	70	760,77	+ 5,2	73	760,64	+ 4,8	82	+ 5,3	+ 3,8	Couvert.	E.
15	757,82	+ 7,7	88	756,00	+10,5	85	754,00	+10,5	87	752,14	+ 8,0	88	+10,5	+ 6,0	Pluie fine.	S. O.
16	757,16	+ 4,0	80	758,43	+ 5,8	68	759,42	+ 5,0	64	763,40	+ 1,1	80	+ 5,8	+ 0,5	Eclaircies.	N. très-fort.
17	764,80	+ 0,5	79	764,28	+ 1,7	59	763,40	+ 2,0	58	763,94	+ 0,0	68	+ 2,0	— 1,5	Nuages.	N. très-fort.
18	766,08	— 2,3	80	766,07	— 0,3	74	765,84	+ 0,5	61	766,58	— 2,3	78	+ 0 5	— 3,3	Nuageux.	N.
19	768,30	— 3,7	86	767,64	+ 0,5	69	766 72	+ 1,2	62	766,85	— 0,5	70	+ 1,2	— 4,7	Beau.	N. E.
20	765,77	+ 2,3	85	765 38	+ 4,5	82	764.75	+ 4,5	83	766,17	+ 1,1	90	+ 4 5	— 0,3	Couvert, brouillard.	N
21	765,34	— 0,7	83	764,70	+ 1,2	74	763,55	+ 1,7	68	762 64	— 2,7	80	+ 1,7	— 3,7	Superbe.	S. E.
22	755,33	— 2,8	81	751,83	+ 2,3	75	747,40	+ 4,8	74	745,60	+ 3,1	82	+ 4,8	— 5,3	Couvert.	S. O.
23	745,12	+ 2,5	86	744,84	+ 4,0	86	744,63	+ 5,6	85	746,07	+ 2,5	88	+ 5,6	+ 1,2	Eclaircies.	S. S. E.
24	742,76	+ 0,5	90	741.30	+ 0,5	90	739,95	+ 0 4	90	741,36	— 0,8	90	+ 2,0	— 0,8	Neige.	N.
25	747,62	— 0,2	87	748,68	+ 2,0	85	749,38	+ 3,5	83	751,53	+ 1,3	84	+ 3,5	— 0,8	Petites éclaircies	S. E.
26	752,60	+ 3,5	89	753,10	+ 7,3	87	752,98	+ 8,5	85	753,55	+ 3,8	88	+ 8,8	+ 2,2	Eclaircies.	E.
27	751,00	+ 4,2	88	750,40	+ 7,5	87	749,38	+ 7,5	89	749,40	+ 7,5	90	+ 7,5	+ 3,2	Couvert.	E.
28	748,85	+ 7,3	90	749,45	+ 6,8	89	749,80	+ 6,3	89	752,30	+ 5,8	90	+ 7,5	+ 5,5	Couvert., brouillard	N. O.
29	753,70	+ 6,7	88	753,45	+ 6,7	86	752,78	+ 6,8	79	752,60	+ 5,5	80	+ 6,9	+ 4,7	Couvert.	N.
30	752,62	+ 4,0	84	752,42	+ 5,4	82	751,86	+ 5,8	82	751,94	+ 4,8	86	+ 5,8	+ 3,5	Couvert.	E.
1	759,94	+ 5,5	83	759,78	+ 9 3	70	759,04	+ 9 8	64	759,52	+ 5,7	81	+10,3	+ 2,1	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en cent.
2	761,47	+ 4 6	84	761,22	+ 6,8	76	760,75	+ 6,8	74	761,59	+ 4,1	82	+ 7,1	+ 2,6	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 2,500
3	751,49	+ 2,5	87	751,02	+ 4,4	84	750,17	+ 5,1	82	750,70	+ 3,1	86	+ 5,4	+ 1,0	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 2,320
	757,63	+ 4,2	85	757,34	+ 6,8	76	756,65	+ 7,2	74	757,27	+ 4,3	83	+ 7,6	+ 1 9	Moyennes du mois,	+ 4,7.

Résumé *des Observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris en* 1829.

Tableau *de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de* Saussure.

Noms des mois.	Température moyenne.	Température moyenne à 9 heures du matin.	Température moyenne des caves.	Etat moyen de l'hygrom. de Saussure à 3 heures après midi.
Janvier.	— 2°,0	— 2°,6	12°,212	82°
Février.	+ 2,7	+ 2,6	12,218	78
Mars.	+ 5,7	+ 5,6	12,213	65
Avril.	+ 9,8	+ 11,1	12,212	62
Mai.	+ 14,9	+ 16,4	12,225	55
Juin.	+ 17,1	+ 19,1	12,223	57
Juillet.	+ 18,6	+ 19,3	12,225	65
Août.	+ 17,0	+ 18,3	12,237	64
Septemb.	+ 13,7	+ 15,0	12,225	70
Octobre.	+ 10,0	+ 9,9	12,225	74
Novemb.	+ 4,7	+ 4,2	12,230	74
Décemb.	— 3,5	— 4,1	12,225	79
Moyenn.	+ 9,1	+ 9,6	12,223	69

Il faut retrancher 0°,4 des indications données par le thermomètre des caves, à cause d'une erreur de graduation que j'ai reconnue en 1817.

TABLEAU *des* maxima *et des* minima *moyens du thermomètre centigrade, en* 1829.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM moyen.	MINIMUM moyen.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	+ 0°,1	— 4°,0	4°,1
Février.	+ 5,6	— 0,1	5,7
Mars.	+ 9,4	+ 2,0	7,4
Avril.	+ 14,0	+ 5,5	8,5
Mai.	+ 19,4	+ 10,3	9,1
Juin.	+ 21,9	+ 12,3	9,6
Juillet.	+ 22,3	+ 14,8	7,5
Août.	+ 21,5	+ 12,6	8,9
Septembre.	+ 17,3	+ 10,1	7,2
Octobre.	+ 13,3	+ 6,7	6,6
Novembre.	+ 7,6	+ 1,9	5,7
Décembre.	— 1,3	— 5,7	4,4

TABLEAU *des variations extrêmes du thermomètre centigrade, dans chacun des mois de l'année* 1829.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENC.
Janvier.	+ 8°,2	— 17°,0	25°,2
Février.	+ 12,0	— 7,8	19,8
Mars.	+ 17,5	— 3,2	20,7
Avril.	+ 19,8	— 1,0	20,8
Mai.	+ 23,6	+ 6,2	17,4
Juin.	+ 29,5	+ 5,0	24,5
Juillet.	+ 31,3	+ 12,0	19,3
Août.	+ 27,5	+ 8,2	19,3
Septembre.	+ 21,5	+ 3,7	17,8
Octobre.	+ 21,8	+ 1,3	20,5
Novembre.	+ 14,5	— 5,3	19,8
Décembre.	+ 7,8	— 14,5	22,3

TABLEAU *des plus grandes variations que le thermomètre centigrade ait éprouvées en vingt-quatre heures, dans chacun des mois de l'année* 1829.

NOMS DES MOIS.	PLUS GRANDE VARIATION en un jour.
Janvier.	11°,8
Février.	8,8
Mars.	15,5
Avril.	13,5
Mai.	14,2
Juin.	19,0
Juillet.	15,0
Août.	14,6
Septembre.	11,3
Octobre.	10,0
Novembre	11,0
Décembre.	7,9

TABLEAU *de la marche moyenne du baromètre en* 1829.

(Toutes les hauteurs sont réduites à 0° de température.)

Mois.	9 heur. du matin.	Midi.	3 heur. du soir.	9 heur. du soir.
	mm	mm	mm	mm
Janvier.	751,56	751,15	750,67	751,56
Février.	759,79	759,66	759,16	759,59
Mars.	752,42	751,98	751,54	751,88
Avril.	747,94	747,75	747,17	747,80
Mai.	756,67	756,56	755,78	756,30
Juin.	757,16	756,82	756,35	756,90
Juillet.	754,62	753,89	753,52	753,78
Août.	755,57	755,52	755,23	755,77
Septem.	752,94	752,84	752,45	753,17
Octobr.	758,63	758,34	757,69	757,90
Novem.	757,63	757,34	756,65	757,27
Décem.	760,15	759,88	759,60	760,06
Moyen.	755,42	755,13	754,63	755,16

TABLEAU *des plus grandes variations du baromètre dans chacun des mois de 1829.*

MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
	mm	mm	mm
Janvier.	762,94	738,90	24,04
Février.	773,47	739,55	33,92
Mars.	763,44	735,05	28,39
Avril.	756,70	736,36	20,34
Mai.	763,08	749,97	13,11
Juin.	764,75	741,44	23,31
Juillet.	763,93	744,63	19,30
Août.	764,25	744,40	19,85
Septembre.	763,96	739,30	24,66
Octobre.	770,06	734,68	35,38
Novembre.	768,30	739,95	28,35
Décembre.	770,40	746,47	23,93

TABLEAU *de la quantité de pluie qu'on a recueillie en 1829, tant sur la terrasse de l'Observatoire que dans la cour.*

(La différence de niveau des deux récipiens est de 28 mètres.)

NOMS des mois.	PLUIE en centimètres sur la terrasse.	PLUIE en centimètres dans la cour.	NOMBRE de jours de pluie.
	c.	c.	
Janvier.	3,750	3,920	5
Février.	2,760	3,000	10
Mars.	2,400	2,574	9
Avril.	6,930	7,420	22
Mai.	2,020	2,030	9
Juin.	5,100	5,280	15
Juillet.	12,620	12,760	23
Août.	4,250	4,595	16
Septembre.	10,385	10,880	23
Octobre.	3,210	3,670	15
Novembre.	2,320	2,500	12
Décembre.	0,230	0,260	1
Sommes.	55,975	58,889	160

Etat *des crues de la Seine en* 1829, *au pont de la Tournelle.*

(Le zéro est toujours placé au point des plus basses eaux de 1719.)

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.
Janvier.	3m,10, le 31.	0m,80, le 23.
Février.	3 ,80, le 1er.	1 ,70, le 18.
Mars.	2 ,10, le 2.	1 ,22, le 31.
Avril.	1 ,80, le 16.	1 ,19, le 5.
Mai.	1 ,29, le 5.	0 ,55, le 26.
Juin.	0 ,65, le 1er.	0 ,37, le 27.
Juillet.	1 ,43, le 22.	0 ,42, le 1er.
Août.	1 ,25, le 29.	0 ,85, le 15.
Septembre.	2 ,51, le 21.	1 ,21, le 1er.
Octobre,	2 ,80, le 12.	1 ,65, le 5.
Novembre.	2 ,15, le 30.	1 ,45, le 24.
Décembre.	2 ,32, le 5.	0, 80, le 27.

L'eau moyenne, en 1829, est de 1m,40 au-dessus du zéro du pont de la Tournelle. La Seine a été prise le 25 janvier et le 28 décembre.

Etat *des vents, à Paris, en* 1829.

Mois.	Nord.	Nord-E.	Est.	Sud.-E.	Sud.	Sud-O.	Ouest.	Nord-O.
Janv.	10	4	2	0	6	3	5	1
Févr.	6	3	2	1	8	1	2	5
Mars.	14	6	2	3	2	1	2	1
Avril.	1	1	0	2	10	9	3	4
Mai.	10	7	4	0	3	1	4	2
Juin.	9	1	1	1	4	6	3	5
Juill.	1	0	1	2	8	12	4	3
Août	0	0	1	2	7	8	8	5
Sept.	5	1	1	1	11	5	5	1
Oct.	5	2	1	0	3	6	10	4
Nov.	8	2	4	0	4	5	4	3
Déc.	10	6	7	3	2	1	1	1
Som.	79	33	26	15	68	58	51	35

Etat *du ciel, à Paris, en* 1829.

Il y a eu, en 1829, à Paris :

159 jours de pluie ;
11 jours de neige ;
10 jours de grêle ou grésil ;
86 jours de gelée ;
15 jours de tonnerre ;
210 jours durant lesquels le ciel a été presque entièrement couvert.

Taches *solaires en* 1829.

Nous continuerons à comprendre dans nos résumés le tableau annuel des changemens que la surface du soleil aura éprouvés, dans la persuasion que ces observations pourront servir à décider un jour si les taches solaires exercent une influence sensible sur les températures terrestres. L'inconstance du climat, à Paris, ne nous permet pas d'espérer que ces tableaux seront complets. Nous avions compté, pour combler les lacunes, sur la participation des autres astronomes, et cela, avec d'autant plus de raison, qu'une indication suffisante du nombre et de la grandeur des taches peut être obtenue sans aucun surcroît de travail, soit au moment où dans chaque Observatoire on prend la hauteur méridienne du soleil, soit pendant le temps que cet astre emploie à traverser le champ de la lunette méridienne. Je ne me chargerai pas d'expliquer pourquoi si peu d'observateurs, jusqu'ici, se sont associés à une recherche qui

semble devoir amener la solution d'une des questions les plus curieuses qu'on puisse se proposer sur la physique terrestre.

Janvier. Le 1er ; trois belles taches près du centre.

Février. Le 2 ; plusieurs groupes de taches forment une traînée presque continue entre les deux bords du soleil. Le 28 ; trois groupes dans la partie orientale du disque.

Mars. Le 6 ; onze belles taches formant quatre groupes distincts. Le 7 ; outre les taches du 6, on en aperçoit une nouvelle près du bord oriental. Le 11 ; cinq grosses taches noires dans l'hémisphère visible. Le 21 ; une petite tache vers le bord occidental ; deux groupes dans le voisinage du centre : une grande tache, entourée d'une large pénombre, en fait partie. Le 26 ; les taches d'hier se voient encore, mais on aperçoit en outre, au-dessus du centre, une traînée de taches nouvelles dont il n'y avait aucune trace le 25.

Avril. Le 2 ; un grand nombre de taches près du bord occidental ; deux belles taches noires dans le vertical du centre ; de petites taches dans d'autres parties du disque. Le 3 ; le groupe occidental est encore visible ; les autres taches ont singulièrement changé de forme depuis hier. Le 15 ; trois groupes de belles taches : deux près du centre, le troisième vers le bord oriental. Le 17 ; trois groupes, l'un à l'orient, l'autre à l'occident, le troisième près du centre. Le 19 ; trois groupes : l'un près du centre, les deux autres entre le centre et le bord occidental. Le 20 ; quatre groupes.

Mai. Le 13 ; quatre petites taches. Le 17 ; on ne voit plus qu'une des quatre taches du 13, mais il s'en

est dégagé trois nouvelles du bord oriental. Le 22 ; les trois taches signalées le 17 pour la première fois, se trouvent maintenant vers le centre du disque : deux d'entre elles sont noires et assez grandes.

Juin. Le 14 ; une traînée de petites taches près du centre du soleil. Le 15 ; outre la traînée d'hier, on voit deux taches nouvelles près du bord oriental. Le 16 ; tout comme le 15, sauf le déplacement. Le 20 ; groupe vers le bord occidental ; deux taches vers le centre. Le 24 ; deux taches au bord occidental ; groupe de cinq vers le centre ; trois grandes taches vers le bord oriental, au milieu de beaucoup de facules.

Juillet. Le 7 ; trois groupes de petites taches, et, en outre, au bord oriental, une tache située au milieu de beaucoup de facules ; vers le bord occidental, deux taches fort éloignées en déclinaison. Le 8, tout comme le 7.

Août. Le 1er ; quatre groupes de très-belles taches. Le 2 ; on s'est assuré aujourd'hui que le noyau d'une des taches emploie près de 5″ à traverser le fil : ainsi son diamètre était quatre fois plus grand que celui de la terre. Le 4 ; le grand noyau est maintenant partagé en trois.

Septembre. Le 4 ; on voit trois taches au bord occidental et une au bord oriental : toutes les quatre sont entourées de facules. Le 8 ; un groupe de deux noyaux entourés d'une seule et même pénombre. Le 11 ; la tache du 8. Le 14 ; la tache du 8 se voit encore, elle approche du bord occidental. Le 17 ; deux groupes, situés au sud du centre, renferment trois grandes taches et beaucoup de petites ; une multitude de facules se montre au bord oriental. Le 25 ; trois belles taches

voisines du centre. Le 26 ; trois grandes taches noires ; deux autres non loin du bord oriental ; le bord occidental est parsemé de brillantes facules. Le 28 ; trois petits groupes de taches vers le bord oriental, et une tache isolée au-delà du centre. Le 29 ; il s'est formé un nouveau groupe de taches à l'orient de celles qu'on voyait hier. Une petite tache noire apparaît au bord oriental, au milieu d'une brillante facule ronde.

Octobre. Le 2 ; un groupe où l'on distingue trois taches principales vers le centre ; une grande tache se montre au bord oriental. Le 2 ; deux taches près du centre ; l'une des deux est très-grande et très-noire. Le 20 ; de très-belles taches près du bord oriental. Le 21 ; trois beaux groupes de taches entre le centre et le bord oriental. Le 22 ; les trois groupes d'hier se voient à merveille ; de nouvelles taches commencent à se montrer au bord oriental ; le bord opposé, enfin, présente les plus vives facules. Le 25 ; trois groupes de belles taches noires. Le 30 ; deux groupes de petites taches, l'un à l'orient, l'autre à l'occident du centre ; une tache noire est très-près du bord oriental ; de nombreuses facules se voient sur les deux bords.

Novembre. Le 2 ; deux groupes renfermant chacun deux taches assez belles, entre le centre et le bord occidental, et deux taches isolées, bien noires, entre le bord occidental et le centre. Le 5 ; cinq belles taches isolées. Le 6 ; les cinq taches d'hier, mais il y en a maintenant trois de multiples ; une tache nouvelle se voit près du bord oriental. Le 7 ; les mêmes taches que le 6. Le 8 ; il y a dix taches sur le soleil : la principale est fort grande, la plus orientale est double. Le 16 ; deux petites taches seulement,

l'une très-près du bord occidental, l'autre à l'opposite, presqu'en contact avec le bord oriental. Le 17; six petites taches; des facules sur les bords; presque toute l'étendue du disque solaire présente aujourd'hui des stries lumineuses et obscures. Le 18; trois groupes et une tache isolée formant un total de huit noyaux; beaucoup de facules aux bords et de nombreuses stries comme hier. Le 23; sept petits noyaux noirs en deux groupes. Le 25; deux groupes, l'un de trois petits noyaux, l'autre de deux grands et d'un petit. Le 26; les deux groupes d'hier sont maintenant très-près du bord occidental; deux nouveaux noyaux entourés de taches très-petites, se sont formés dans le voisinage du centre.

Décembre. Le 1er; une grande tache et deux très-petites près du bord oriental; une petite tache dans le voisinage du bord opposé. Le 3; trois groupes composés de douze noyaux entre le centre et le bord oriental; dans ces douze noyaux, trois sont très-gros et très-noirs. Le 6; neuf taches, dont trois assez grandes; l'une de ces dernières est très-près du bord oriental du soleil. Le 7; une belle tache noire isolée vers le bord oriental; près du centre, une grande tache noire au-dessous de laquelle se trouve une rangée de noyaux très-petits et très-ternes; une tache assez belle, précédée de trois petits noyaux gris, vers le bord occidental. Le 8; deux grands noyaux et deux groupes de très-petites taches. Le 13; beaucoup de facules aux deux bords; une tache au bord occidental. Le 14; deux taches à l'occident; deux petites vers le centre; une au bord oriental, et un groupe considérable entre ce même bord et le centre. Dans ce groupe, on remarque particulièrement une large pénombre, et

dans son intérieur deux taches très-noires. Le 15 ; comme hier. Le 27 ; trois petites taches vers le bord occidental ; deux taches vers le bord oriental accompagnées de beaucoup de facules ; au-dessous du centre, une tache assez grande suivie d'un groupe de petites. Le 30 ; quatre noyaux, un près du bord occidental, trois, dont deux assez gros, vers le bord oriental.

TREMBLEMENS DE TERRE.

Supplément à la liste des tremblemens de terre de 1828.

La Nouvelle-Galles du Sud (Nouvelle-Hollande) paraît peu sujette aux tremblemens de terre. En 1828, cependant, on en a ressenti plusieurs extrêmement forts. Les relations parvenues en Europe portent à 25 minutes la durée de l'un d'entr'eux. Il fut suivi d'un ouragan épouvantable qui déracinait les arbres entiers, et les transportait aux plus grandes distances.

18 septembre, après 7 heures du matin ; *Calcutta*. Deux secousses extrêmement fortes. Mouvement vertical ; en conséquence les meubles *sautaient*. L'air était entièrement tranquille, mais lourd et étouffant.

9 décembre ; *Manille*. Violentes secousses ; beaucoup d'habitations et d'édifices endommagés.

Tableau *des tremblemens de terre observés dans l'année* 1829.

Janvier ; *Vieux-Chamachi*. Secousses presque tous les soirs de 2 à 3 heures.

Le 8 mars ; *Forteresse de Junka* (gouvernement d'Irkutz). Forte secousse de tremblement de terre qui a duré 3 minutes, et a renversé beaucoup de maisons. Un immense rocher, situé sur la rive droite du fleuve Irkutz, s'est détaché et a roulé en éclats dans les plaines environnantes. La terre s'est crevassée dans beaucoup d'endroits.

21 mars ; *Orihuela*. Tous les villages situés dans la Huerta d'Orihuela ont été renversés de fond en comble. Le mouvement paraît s'être fait verticalement. Il était accompagné de très-fortes détonnations. Les secousses n'ont eu une extrême violence que dans une étendue de 4 lieues en carré, où l'on a remarqué, après l'événement, un nombre prodigieux de crevasses de diverses longueurs et de 4 à 5 pouces de large, et, de plus, une multitude de trous circulaires très-rapprochés, de 2 à 3 pouces de diamètre. Toutes ces petites ouvertures ont vomi ou un sable gris-jaunâtre, semblable à celui qu'on trouve au bord de la mer dans les environs, ou une fange noire et liquide, ou, enfin, de l'eau de mer, des coquillages et des herbes marines. Les nouvelles répandues par les journaux sur la formation de cratères et sur des déjections de laves, sont fausses.

Le 31 mars, 4 h. ½ du soir ; *Port-au-Prince* (Haïti). Deux fortes secousses.

Le 2 avril, 7 h. 10 min. du matin ; environs de *Dieppe*. Plusieurs fortes secousses. La première dura quelques secondes, et fut accompagnée d'un bruit semblable à celui du tonnerre.

Le 19 mai ; *Mexico*. Violente secousse.

Vers la fin de mai ; *Albano*, *Gonsano*, *la Ric-*

cia et surtout *Castel-Gandolfo*. Quatorze secousses. Les eaux des lacs voisins ont, dit-on, baissé. Il est sorti de la fumée du sol en un grand nombre d'endroits. Aussi beaucoup d'arbres se sont desséchés.

29 mai ; *Jamaïque*. Violente secousse.

Du 1er au 10 juin ; *Torre-Vieja* (Espagne). Soixante-huit secousses, dont treize extrêmement fortes.

24 juin, à 7 h. 10 min. du soir ; *Paris*. Plusieurs secousses (sur l'autorité de plusieurs personnes demeurant dans la rue du Mont-Parnasse).

26 juin ; *Caën* et les environs. Secousse qui a duré 2 secondes.

Le 7 août, 3 h. du matin ; *Colmar*, *Belfort*, etc., etc. Pluseurs secousses, accompagnées d'un bruit semblable à celui d'un tonnerre lointain.

Le 18 août, de jour ; *Copenhague*. Plusieurs violentes secousses, accompagnées d'un bruit semblable à celui que produit le roulement d'une voiture.

Fin de septembre ; *Torre-Vieja* (royaume de Murcie). Plus de 50 secousses.

12 octobre, 11 h. du soir ; *Gessenay* (canton de Berne). Secousse assez forte, accompagnée d'un bruit souterrain. Temps parfaitement calme.

26 novembre, 4 heures du matin ; *Jassy* ; fortes secousses qui ont duré 70 secondes. Direction ouest-est, bruit souterrain ; beaucoup de bâtimens endommagés.

26 novembre, entre 7 heures et 8 heures du soir. *Jassy*, *Odessa*, *Czernowitz*. Secousse fort légère.

27 novembre, à 4 heures 5 minutes du soir. *La Rochelle*, *Rochefort*, etc. Secousses accompagnées de fortes

détonnations. Voici les détails que M. Fleuriau de Bellevue, correspondant de l'Académie et membre de la chambre des Députés, a bien voulu me transmettre de la Rochelle.

Le 27 novembre, à 4 heures 5 minutes du soir, on entendit tout-à-coup à la Rochelle deux fortes détonnations. La première était d'une médiocre intensité, mais la seconde, qui la suivit une ou deux secondes après, fut d'une extrême violence ; puis on entendit un bourdonnement prolongé, qui n'était peut-être dû qu'à l'effet des échos.

Ces deux détonnations et ce bourdonnement durèrent 4 à 5 secondes au plus.

Ce bruit parut venir de très-haut, comme d'une bombe, dans la direction du midi : il différait tellement d'un coup de tonnerre que chacun crut d'abord à l'explosion d'un magasin à poudre plutôt qu'à un tremblement de terre.

En effet, on n'avait éprouvé qu'une très-violente commotion, qui fit fortement vibrer les carreaux de vitres, qui n'ébranla qu'un très-petit nombre d'objets mobiles et portant à faux, mais qui ne fut accompagnée par aucune secousse sensible, soit de bas en haut, soit dans le sens horizontal ; aussi les personnes qui avaient éprouvé des tremblemens de terre dans d'autres pays, ne pouvaient reconnaître ici ce phénomène ; plusieurs l'attribuèrent à l'explosion d'un bolide, et s'attachèrent d'autant plus à cette opinion, qu'ils apprirent ensuite que ce bruit ne s'était pas fait entendre au delà des limites des arrondissemens de la Rochelle et de Rochefort.

Cependant, comme on n'a pas ouï dire, depuis vingt-cinq jours, que personne y ait aperçu de globes de feu

ni de pierres tombées ; comme on assure que plusieurs animaux manifestaient une agitation extraordinaire un peu avant les détonnations, et que les marins de trois navires ont déclaré que, dans ce même moment, ils ont cru que leurs bâtimens avaient touché sur quelque rocher ; qu'enfin, neuf jours après cette époque, une secousse de tremblement de terre s'est fait réellement sentir, il y a plutôt lieu de croire que ces détonations doivent se rapporter à la même cause.

Le baromètre avait été très-bas les jours précédens, et il était encore alors stationnaire à 4 lig. 8 dixièmes au dessous de sa hauteur moyenne, c'est-à-dire, à 27 pouc. 10 lig. Il monta aussitôt après ; mais, à la vérité, le ciel, qui avait été très-couvert toute la journée et même un peu pluvieux, s'était éclairci vers l'ouest une demi-heure auparavant.

Le 6 décembre, 5 heures du matin. *La Rochelle.* Secousses assez forte qui paraît n'avoir été observée qu'à la Rochelle et dans un rayon de 3 à 4 lieues.

Le ..... décembre, vers 3 heures du matin. *Hermanstadt.* Très-violente secousse qui a duré une minute. La température, très-froide au moment de la secousse, devint chaude après.

Le 22 décembre, dans la nuit. *Belley* (Ain). Secousse assez forte et de longue durée.

Aurores *boréales observées aux États-Unis d'Amérique en* 1828.

Les 18, 19 et 20 janvier, l'aurore boréale a été vue à *Franklin*, à *Hartwick*, à *Albany* et à *Auburn*.

L'aiguille horizontale a été considérablement dérangée à Paris, les 17 et 18 janvier, et dans la matinée du 19.

Les 3 et 19 février, aurore à *Utica*.

Le 3, l'aiguille n'a été observée à Paris qu'une seule fois dans la soirée; ainsi on ne saurait dire si elle a éprouvé quelque dérangement.

Le 19, on n'a observé qu'une perturbation très-légère; mais, le 20, elle a été, dans son *maximum*, de près de 20′ et très-variable.

Les 11 et 12 avril, aurores vues à *Hartwick*.

Rien, à Paris, n'a annoncé ces phénomènes qui probablement ont été très-faibles.

Le 5 juillet, aurore boréale vue à *Albany*, à *Dutchess*, *Lowville*, *Saint-Laurent*, *Utica*.

Le 5 juillet, la déclinaison a varié à Paris d'une manière très-irrégulière. Déjà, à midi, le dérangement parut manifeste; mais, contre ce qui arrive ordinairement pendant les perturbations de jour, la déclinaison était sensiblement *trop petite*. Le soir, à 9 heures trois quarts, je trouvai aussi la déclinaison plus petite qu'à pareille heure les jours suivans et précédens : mais, le soir, en temps d'aurore boréale, c'est ainsi que la perturbation a lieu habituellement.

Le 14 août, aurore vue à *Clinton*.

Le 14 août, à 10 heures et demie, la déclinaison, à Paris, était notablement plus petite qu'à pareille heure, les jours précédens.

Le 16 août, belle aurore vue à *Cambridge*, *Lowville*, *Utica*. Pendant quelque temps on aperçut un arc resplendissant.

Le 16 août, la déclinaison, à Paris, fut notablement

plus grande qu'à l'ordinaire, le matin et à midi, tandis que le soir, au contraire, elle était de plusieurs minutes plus petite.

Le 8 septembre; à *Saint-Laurent*. La moitié du ciel était éclairée par des jets très-lumineux qui s'élevaient presque jusqu'au zénith.

Le 8 septembre, l'aiguille commença à se déranger dans l'après-midi; et, comme c'est l'ordinaire à cette époque du jour, la perturbation avait rendu la déclinaison trop forte. Le soir, au contraire, et suivant une loi qui aussi est presque générale, cette déclinaison était trop petite, tandis que, le lendemain matin, elle était encore redevenue de 7′ plus grande que de coutume.

Le 12 septembre, aurore à *Utica*.

La marche de l'aiguille à Paris, dans la soirée du 12, ne présenta rien qui dût faire soupçonner l'existence d'une aurore.

Le 26 septembre, aurore vue à *Albany*, *Auburn*, *Lowville*, *Clinton*, *etc*.

Le 26 septembre, à 10 heur. du soir, la déclinaison de l'aiguille, à Paris, était de 9′ plus petite qu'à l'ordinaire.

Le 27 septembre, aurore à *Cambridge*.

Rien n'a annoncé cette aurore à Paris.

Le 29 septembre, jets brillans à *Albany*, *Cambridge*, *Saint-Laurent*, *Utica*, *Lowville* et arc lumineux.

Cette aurore fut vue aussi en Angleterre.

J'ai déjà rendu compte, l'an dernier, des dérangemens qu'elle occasiona dans la marche de l'aiguille horizontale.

Le 30 septembre, aurore à *Dutchess*.

Voyez, dans le N° de décembre 1828, une indication du trouble que cette aurore amena dans la marche de la déclinaison.

Le 3 octobre, aurore à *Cayuga*.

Rien de remarquable dans la marche de l'aiguille à Paris.

Le 8 octobre, on a aperçu une brillante aurore à *Albany* et à *Dutchess*. A minuit, on voyait un arc de 5° de large, placé perpendiculairement au méridien magnétique, et qui s'élevait de 10° au-dessus de l'horizon.

Le 8 octobre, l'aiguille horizontale a été fort dérangée à Paris.

Le 11 octobre, aurore à *Hartwick*.

Dans la soirée du 11, l'aiguille horizontale, à Paris, ne fut observée qu'à 10 heures un quart : alors elle occupait sa place ordinaire.

Le 8 novembre, aurore vue à *Utica*.

Les observations de l'aiguille horizontale n'ont pas été assez multipliées à Paris, dans la soirée du 8 novembre, pour qu'on puisse affirmer positivement qu'elle n'a point été troublée; mais, en tout cas, il n'existait aucun dérangement ni le matin, ni à midi, ni à 6 h. 45 min. du soir, ni à 11 h.

J'ai déjà parlé, l'an dernier, de l'aurore observée à Manchester le 1er décembre 1828, et qui troubla considérablement la marche de l'aiguille aimantée à Paris. Cette aurore a été vue aux États-Unis, à *Clinton* et à *Schenectady*.

Dans le résumé de 1828, j'annonçai, d'après les dérangemens de l'aiguille, que, suivant toute apparence, on

aurait aperçu des aurores boréales les 3, 15 et 28 décembre. Je sais déjà que cette conjecture était exacte quant au 28. On trouve, en effet, dans les *Trans. phil.* de 1829, une observation d'aurore faite par M. Farquharson dans l'Aberdeenshire, au mois et à la date indiqués. Il faut seulement remarquer que l'aurore ne fut aperçue qu'à 6 heures et demie du soir, et qu'à Paris l'aiguille était dérangée très-notablement déjà dès le matin.

Aurores boréales en 1829.

Le 2 janvier, M. Marshal a vu une brillante aurore à Kendal, près de Manchester.

Le 2 janvier, à 7 h. $\frac{3}{4}$ du soir, l'aiguille aimantée, à Paris, était d'environ $5' \frac{1}{2}$ plus *orientale* qu'à pareille heure les jours précédens et suivans. A 8 heures, la déviation accidentelle n'allait plus guère qu'à $3' \frac{1}{2}$; à 10 h. $\frac{1}{4}$, tout était rentré dans l'ordre accoutumé.

L'aurore du 2 janvier a aussi agi sur l'aiguille verticale. En hiver, cette aiguille varie à peine du matin au soir; mais, quand il y a un changement sensible, l'inclinaison *diminue* entre la première et la seconde de ces deux époques. Le 2, au contraire, *elle a augmenté* d'environ $1'$. Je n'ajoute plus qu'une simple remarque, mais elle a quelque intérêt : c'est qu'un observateur qui, à Paris, se serait contenté de consulter l'aiguille dans la soirée du 2 janvier, à 7 h. $\frac{1}{4}$ et à 10 h. $\frac{1}{4}$, n'aurait pas soupçonné l'existence de l'aurore boréale. Les faits négatifs, concernant l'influence magnétique de ce phénomène lumineux, ne sauraient donc avoir de l'importance qu'autant que les observations ont été très-multipliées.

Le 11 février, M. de Humboldt a vu, à Berlin, de faibles traces d'une aurore boréale.

Le 11 février, l'aiguille horizontale a été très-notablement troublée à Paris. A midi 25′, elle se trouvait, à l'*occident* de sa position ordinaire, de plus de 7′. A 11 h. 45′ du soir, le dérangement *en sens contraire* s'élevait à près de 2′ $\frac{1}{2}$. On ne saurait dire quelle a été la valeur *maximum* de la perturbation, notre registre ne fournissant aucune observation dans l'intervalle de 5 h. $\frac{3}{4}$ à 11 h. $\frac{3}{4}$.

Le lundi 23 mars, vers 2 h. $\frac{1}{4}$ du matin, M. Thomas Maclear de Biggleswade, en Angleterre, aperçut un arc lumineux qui s'élevait de la partie orientale de l'horizon, en se dirigeant vers la grande Ourse. Dans l'espace de 2 minutes, cet arc se partagea en trois branches, ensuite en quatre; plus tard on en compta jusqu'à cinq, mais ce nombre se réduisit bientôt à deux. Ces diverses branches étaient toujours réunies près de l'horizon, ce qui, comme on sait, n'est pas le caractère ordinaire des arcs multiples de l'aurore boréale; mais ce qui ne peut laisser aucun doute sur la nature du phénomène, c'est que des jets lumineux partant de l'ouest montaient de temps en temps jusqu'à 10° de hauteur, et que, malgré le clair de lune, des traces d'aurore boréale se montrèrent au nord, tout près de l'horizon.

Dans la matinée du 22 mars, l'aiguille horizontale avait été notablement dérangée. Le soir, elle ne fut observée qu'à 10 h. 40′, et sa déclinaison se trouvait de près de 3′ $\frac{1}{2}$ *plus petite* que celle des jours précédens et suivans à pareille heure.

Je serai bien trompé, si nous ne trouvons pas, dans les recensemens météorologiques que l'Amérique fournit annuellemant, des indications d'aurores boréales pour le 2 mars; pour les 9, 15, 16 et 17 avril; pour les 2, 4 et 27 mai; pour les 2, 17, 18 et 29 juin; pour le 2 et le 31 juillet.

Le 4 avril, dans la matinée, des cultivateurs qui se rendaient au marché de Dieppe, en partant de villages éloignés les uns des autres de plusieurs lieues, virent tous dans le ciel une traînée de feu qui paraissait très-large dans le bas et se terminait en pointe. Cette traînée répandait autant de clarté que la lune dans son plein.

Je dois la connaissance de ce phénomène à M. Nell de Bréauté. Je le range, malgré tout ce que sa description offre d'imparfait, parmi les aurores boréales, parce que l'aiguille aimantée, *dans la matinée du 4 avril*, était très-notablement dérangée à Paris.

Le 25 juillet, dans la soirée, M. Marshall, de Kendal, a vu une aurore boréale très-brillante. (*The Edim. Journ. of Science*, n° 2, p. 317.)

Les dérangemens de l'aiguille, le 25 juillet, ont été beaucoup plus forts le matin que le soir.

Les journaux de Paris, du 23 septembre, annoncèrent qu'une brillante aurore boréale s'était montrée dans la nuit du 21 au 22, et que le public l'avait observée sur les ponts depuis 9 h. jusqu'à 11 h. $\frac{1}{2}$.

La position de l'aiguille à 6 h. du soir, le 21, n'avait pas indiqué l'approche d'une aurore boréale. A 1 h. du

matin, aussi, la déclinaison était à peine inférieure à celle des jours précédens et suivans. Ces deux circonstances avaient suffi pour me faire douter de la réalité du phénomène, mais ce soupçon est devenu presque une certitude depuis que j'ai constaté que de 9 h. à 11 h. $\frac{1}{2}$, dans la nuit du 21 au 22, le ciel fut *constamment* et *fortement* couvert. Ainsi la lumière observée sur les ponts n'a pu être occasionée par une aurore boréale.

Je viens d'apprendre, par M. le capitaine Sabine, que M. Farquharson a observé des aurores boréales dans l'Aberdeenshire,

En octobre, les 6, 11 et 25 (le 25 octobre, l'aurore a été vue aussi à Kendal); en novembre, les 17, 18 et 19; et en décembre, le 14.

Il est rare que l'aiguille soit aussi souvent et aussi fortement dérangée qu'elle l'a été pendant les trois derniers mois de 1829. Voici la liste des jours durant lesquels les perturbations ont paru assez notables pour devoir, je crois, être attribuées à des aurores boréales :

Octobre, les 4, 9, 10, 11, 12, 21, 22, 24, 25 et 30;

Novembre, les 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 24 et 26;

Décembre, les 7, 14, 19, 20, 21 et 23.

Le 6 octobre ne figure pas dans cette liste. Ce jour-là, en effet, la marche de l'aiguille parut régulière. Je l'avais observée à 5 h. 20′; à 7 h. 0′; à 8 h. 0′; et à 11 h. 30′. Se serait-il manifesté, entre 8 h. et 11 h. $\frac{1}{2}$, une grande perturbation qui n'aurait été ni précédée de quelque dérangement à 8 h., ni suivie d'aucune altéra-

tion dans la déclinaison à 11 h.? Cela n'est guère probable, quoique la possibilité ne puisse être niée. Au reste, au point où la question est parvenue, les aurores qui n'agiraient pas auraient maintenant plus d'intérêt pour la science que celles qui altèrent visiblement la déclinaison; aussi doit-on attendre avec impatience la publication des observations de M. Farquharson.

Voici, comme exemple, le tableau détaillé de la marche de l'aiguille aimantée à Paris, le 11 octobre 1829, pendant l'une des aurores vues par M. Farquharson.

Heures.	Aiguille horizontale.	Aiguille d'inclinaison.
7 h. M. 0′	22°. 4′. 50″	67°. 39′. 45″
7 . 35	2 . 50	39 . 25
8 . 0	3 . 45	41 . 0
8 . 15	3 . 15	41 . 25
8 . 40	4 . 59	41 . 45
9 . 0	5 . 35	42 . 50
9 . 25	7 . 0	42 . 35
10 . 0	9 . 40	42 . 0
10 . 30	12 . 00	43 . 0
Midi. 0	14 . 20	41 . 20
Midi. 20	14 . 20	41 . 5
Midi. 50	14 . 45	41 . 0
1 . 45	13 . 20	40 . 55
2 . 0	12 . 55	40 . 20
3 . 45	13 . 40	41 . 25
4 . 45	12 . 10	42 . 15
6 . 15	3 . 5	43 . 10
6 . 30	8 . 15	42 . 55
7 . 20	6 . 5	44 . 15
7 . 30	21 . 57 . 0	43 . 15
7 . 35	21 . 56 . 25	41 . 40
7 . 40	22 . 2 . 40	41 . 15

Heures.	Aiguille horizontale.	Aiguille d'inclinaison.
7 h. 45′	22°. 5′. 15″	41′. 40″
7 . 50	7 . 30	42 . 5
7 . 55	8 . 50	43 . 15
8 . 0	7 . 45	43 . 50
8 . 5	7 . 30	44 . 25
8 . 10	4 . 10	45 . 20
8 . 15	21 . 56 . 45	45 . 50
8 . 20	53 . 30	43 . 45
8 . 25	58 . 10	42 . 40
10 . 15	22 . 8 . 40	44 . 5
10 . 30	5 . 35	43 . 5
10 . 45	21 . 57 . 30	42 . 15
10 . 52	56 . 45	
11 . 0	57 . 0	43 . 20
11 . 15	55 . 40	
11 . 30	54 . 45	44 . 20
11 . 37	56 . 25	

Lorsqu'on compare ces observations à celles qui ont présenté une marche régulière les jours précédens et suivans, on trouve que l'aiguille était déjà dérangée *à midi*, le 11, et que sa direction se trouvait trop occidentale de près de 2′ ½. L'incertitude dans les observations d'inclinaison ou de déclinaison ne va pas à 10′.

Sur *la quantité moyenne de pluie qui tombe dans divers lieux du globe.*

Dans l'état actuel de la science, une observation météorologique isolée a généralement très-peu d'intérêt; mais il n'est pas ainsi des résultats moyens qui, fondés

sur des observations répétées un grand nombre d'années, peuvent être considérés comme caractérisant tel ou tel autre climat. Ces résultats doivent être recueillis avec soin dans les journaux de science, puisqu'ils serviront un jour à établir avec certitude les lois qui régissent la distribution de la chaleur et celle de la pluie à la surface du globe. Tel est du moins le motif qui m'a déterminé à insérer ici le résumé de plusieurs tableaux dont j'ai eu connaissance. Je suis redevable des observations de la Rochelle à la complaisance de M. Fleuriau de Belle-Vue, correspondant de l'Académie des Sciences, et membre de la chambre des députés.

Pluie à la Rochelle, de 1777 à 1793 inclusivement.

Noms des mois.	Pluie moyenne, en lign.	Extrêmes. maxim.	Extrêmes. minim.	Nombre moyen de jours de pluie.	Extrêmes. maxim.	Extrêmes. minim.
Janvier.	28li.,8	72 li.	4	14	23	3
Février.	21 ,3	46	2	11	23	4
Mars.	19 ,1	37	5	12	19	5
Avril.	18 ,0	34	1	11	19	5
Mai.	20 ,4	59	1	12	26	2
Juin.	17 ,1	45	2	12	22	1
Juillet.	20 ,0	48	4	12	21	4
Août.	15 ,1	39	0	9	19	2
Septembre.	27 ,2	52	1	12	22	1
Octobre.	36 ,7	75	5	13	23	3
Novembre.	35 ,5	68	4	14	20	5
Décembre.	31 ,5	59	2	14	24	6

Dans ces premières dix-sept années, la pluie moyenne annuelle a été de 24 pouc. 3 lig. = 65centim.,6.

Les extrêmes : 37 pouc. 4 lig. et 18 pouc. 5 lig.

Le nombre moyen annuel des jours de pluie est de 146, et les extrêmes sont 168 et 88.

Cette première série d'observations a été faite par feu M. Seignette et par M. Fleuriau de Belle-Vue.

Pluie recueillie à la Vallerie (cinq lieues au nord-est de la Rochelle), de 1810 à 1827.

Noms des mois.	Pluie moyenne, en lignes.	Extrêmes. maxim.	Extrêmes. minim.	Nombre moyen de jours de pluie.	Extrêmes. maxim.	Extrêmes. minim.
Janvier.	20lig.,5	40	2	12	20	3
Février.	22 ,4	22	4	13	22	4
Mars.	17 ,7	40	0	11	21	4
Avril.	19 ,5	38	0	11	18	0
Mai.	23 ,0	47	6	13	18	5
Juin.	15 ,0	39	3	11	17	3
Juillet.	20 ,8	55	0	11	27	4
Août.	16 ,5	28	6	9	17	3
Septembre.	24 ,1	42	12	11	18	6
Octobre.	40 ,6	85	14	15	28	10
Novembre.	30 ,2	80	3	14	24	6
Décembre.	34 ,9	66	3	15	21	2

La pluie moyenne, dans l'intervalle des 18 années qui se sont écoulées de 1810 à 1827, a été :

24 pouc. 0 lig. = 65centim.,0.

Les extrêmes sont : 30 pouc. 0 lig. et 18 pouc. 3 lig

Le nombre moyen de jours de pluie est de

146 ; et les extrêmes sont 194 et 112.

A la Vallerie, comme à la Rochelle, le récipient était de 8 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les obser-

vations de la Vallerie sont de M. de Monroy ; M. Fleuriau de Belle-Vue les a recueillies et calculées.

La comparaison des deux tableaux précédens n'autoriserait pas, comme on peut voir, la conséquence que le déboisement ait diminué la quantité de pluie annuelle; mais il faut remarquer que cette cause, quelque influence qu'on veuille lui attribuer en général, serait presque sans importance sur nos côtes où la pluie est principalement amenée par des vents d'ouest qui se sont saturés d'humidité en traversant l'océan.

Pluie moyenne à Joyeuse (1), *déduite de* 23 *années d'observations faites par M.* Tardy de La Brossy de Montravel, *maréchal de camp d'artillerie en retraite.*

Années.	Jours pluvieux.	Quantité d'eau : ancienne mesure.		Quantité d'eau : nouvelle mesure.
		pouc.	lig.	millim.
1805	101	37	2,3	1006,8
1806	117	44	6,8	1206,4
1807	83	42	10,6	1160,8
1808	102	52	8,3	1426,3
1809	113	42	7,9	1154,8
1810	107	58	11,5	1596,0
1811	113	63	10,8	1729,8
1812	98	49	11,5	1352,3
1813	105	44	1,8	1195,1
1814	112	45	11,0	1243,0
1815	92	40	0,1	1083,0
1816	106	51	2,3	1385,8
Moyen.	104	47	10,0	1295

(1) Joyeuse se trouve par 44°,28′ de latitude nord. Sa hauteur au-dessus du niveau de la mer est d'environ 100 toises.

Années.	Jours pluvieux.	Quantité d'eau : ancienne mesure.		nouvelle mesure.
		pouc.	lig.	millim.
1817	73	34	11,9	947,4
1818	108	43	2,6	1169,9
1819	100	58	4,8	1580,9
1820	92	37	0,0	1001,6
1821	87	41	6,1	1123,6
1822	88	40	10,9	1107,4
1823	103	45	8,6	1237,5
1824	83	41	4,0	1118,9
1825	80	32	11,9	893,0
1826	83	65	4,4	1764,4
1827	96	81	2,0	2197,1
Moyen.	90,0	47	6,1	1285,6

Tableau du nombre moyen des jours pluvieux, et de la quantité moyenne de pluie de chaque mois sur les vingt-trois années observées.

Mois.	Jours pluvieux.	Quantité d'eau. ancienne mesure.		nouvelle mesure.
		pouc.	lig.	millim.
Janvier.	8,3	3 .	6,7	96,3
Février.	7,7	2 .	10,6	78,0
Mars.	7,0	2 .	3,8	62,7
Avril.	8,5	3 .	6,7	96,3
Mai.	10,6	5 .	1,8	139,4
Juin.	7,7	2 .	5,0	65,4
Juillet.	6,4	2 .	7,1	69,2
Août.	5,3	2 .	8,6	73,5
Septembre.	7,6	5 .	7,2	151,6
Octobre.	9,8	7 .	10,2	212,5
Novembre.	9,2	5 .	9,7	157,2
Décembre.	9,4	3 .	2,6	87,0
Les 12 mois.	97,5	47 .	8	1290

Le résultat que donnent les observations de M. Tardy de La Brossy, est évidemment supérieur à la pluie moyenne sous le 45e degré de latitude. Il faut donc qu'il y ait à Joyeuse des circonstances locales qui modifient les lois générales. Voici, suivant M. de La Brossy, la cause de l'anomalie dont on lui doit la découverte :

Lorsque des nuages peu élevés trouvent une montagne sur leur route, ils sont arrêtés ou, tout au moins, leur vitesse est considérablement ralentie. Ces nuages seraient peut-être passés sans pluie ; l'obstacle qui les arrête les force donc de déposer une grande partie de l'eau dont ils sont chargés, dans une localité où il aurait plu à peine. A Joyeuse, les pluies les plus fréquentes et les plus abondantes arrivent par le vent du sud ; une montagne située au nord de la ville, et dirigée de l'est à l'ouest, serait donc très-propre à y accumuler les nuages peu élevés que les vents méridionaux y amènent ; or, une telle montagne existe : c'est le Tanargue dont la hauteur est de 7 à 800 toises, et qui, à 5 ou 6000 toises seulement au nord de Joyeuse, forme comme un mur presque vertical. Partout où de telles circonstances de position se trouveront réunies, il faudra s'attendre à recueillir plus de pluie que le climat ne semblerait devoir le faire supposer.

Pluie à Bombay.

Années.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Total.
	po.	po.	po.	po.	po.	
1817	45,72	23,67	9,34	24,87	0,19	103,79
1818	22,54	17,69	28,45	10,39	2,70	81,14
1819	15,95	30,66	20,24	10,11	0,14	77,10
1820	18,82	28,37	19,49	10,66	0,00	77,34
1821	15,18	20,60	28,52	18,29	0,40	82,99
1822	29,21	26,59	33,83	22,16	0,82	112,61
1823	21,76	15,96	19,70	4,28	0,00	61,70
1824	3,89	8,70	17,86	1,78	2,37	34,33
1825	24,45	25,17	12,94	9,68	0,00	72,24
1826	17,75	26,97	8,40	23,50	1,23	77,85
1827	49,15	10,29	10,51	10,16	0,92	81,03
1828	23,53	52,75	17,22	22,80	6,40	121,98

Ce tableau est tiré du *Philos. mag.*, *janv.* 1829. Les observations ont été faites par M. Benjamin Noton, essayeur de la Monnaie de Bombay. La moyenne annuelle qu'on en déduit est :

82,0 pouc. anglais = 77 pouc. français. = 208,3 centim.

Il ne pleut à Bombay que durant les cinq mois qui figurent dans le tableau.

Mémoire *sur la Température moyenne de l'air et du sol dans quelques points de la Russie orientale.*

Par Mr A. J. Kupffer, membre de l'Académie de Saint-Pétersbourg.

(Lu à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, le 18 février 1829.)

(Communiqué par l'Auteur.)

Pendant mon dernier voyage aux monts Ourals, j'ai eu occasion de faire quelques observations sur la température de l'intérieur de la terre. J'en ai aussi recueilli d'autres exécutées à la surface et pendant un espace de temps plus considérable, pour en conclure la température moyenne de l'air dans ces contrées; enfin, en comparant les résultats que j'ai obtenus soit entre eux, soit avec ceux de MM. Cordier, Wahlenberg, etc., je me suis laissé entraîner à quelques réflexions sur la distribution de la chaleur dans les couches inférieures de la surface de notre globe, que je communique à l'Académie avec d'autant plus de réserve, que le nombre des observations recueillies par moi et par d'autres est encore très-limité.

Toutes les observations suivantes ont été faites avec des thermomètres soigneusement vérifiés. J'ai commencé par déterminer, selon la méthode de M. Bessel, publiée dans le recueil de ses observations astronomiques et dans les *Annales* de M. Poggendorf (vol. LXXXII, pag. 287), les erreurs d'un thermomètre à mercure de

M. Pixii à Paris ; c'est avec ce thermomètre que tous les autres ont été comparés de cinq en cinq degrés. Je me suis convaincu plusieurs fois de cette nécessité : j'ai rencontré plusieurs thermomètres dont les erreurs montaient jusqu'à 1° c., quoique les points fixes fussent assez bien déterminés.

Température moyenne de l'air à Kazan. (*Latitude*, 55° 48′; *longitude*, 47° 9′.)

On observe, depuis l'année dernière, la température à Cazan, à l'ombre, dans un pavillon destiné à cet usage, bâti au milieu du jardin de l'Université ; il est surmonté d'une pièce où l'air circule librement. Les heures adoptées sont 9 heures du matin, midi, trois heures et 9 heures du soir. Les *maximum* et *minimum* de chaleur ont été observés pendant trois mois seulement, parce que l'instrument se cassa, et qu'on ne put s'en procurer un autre. L'observateur est M. Chertacof, élève de l'Université de Kazan. Voici le tableau des moyennes mensuelles depuis le 1er novembre 1827 jusqu'au 1er novembre 1828, en thermomètre de Réaumur.

Mois.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Maxim. moyen.	Minimum moyen.	Moyenne du maxim. et mini.
Nov.	— 2,1	— 0,5	— 0,6	— 2,0			
Déc.	— 8,4	— 7,2	— 7,5	— 7,9	— 5,8	—11,5	— 8,7
Janv.	—15,4	—14,0	—13,9	—14,1	—12,9	—17,5	—15,2
Févr.	—15,5	—13,1	—12,3	—15,5	—11,2	—19,0	—15,1
Mars.	— 4,5	— 1,8	— 1,1	— 4,5			
Avril.	+ 4,7	+ 6,9	+ 7,5	+ 3,9			
Mai.	11,4	13,6	14,4	9,8			
Juin.	15,8	18,0	18,6	13,9			
Juill.	14,8	17,4	17,9	14,2			
Août.	13,9	16,6	17,1	13,1			
Sept.	5,8	9,4	10,2	6,3			
Oct.	+ 2,4	3,5	3,9	2,1			
Moy.	+ 2,0	+ 2,4	+ 2,5	+ 1,6			

Le plus grand froid eut lieu les 18 et 19 janvier : ce jour, le thermomètre à alcool corrigé baissa jusqu'à 31°,7. Un peu de mercure, exposé dans une petite bouteille, gela presque en totalité. La plus grande chaleur eut lieu le 8 juillet; le thermomètre monta à trois heures jusqu'à 24°,8. Les grands froids sont très-rares à Kazan, où cependant le thermomètre baisse assez souvent jusqu'à — 25°. La chaleur de l'été monte quelquefois jusqu'à + 26°, et même à 27°.

Comme les deux principaux élémens de la température moyenne de chaque jour, c'est-à-dire le *maximum* et le *minimum*, n'ont pas été observés pendant neuf mois de l'année, nous supposerons, comme cela est démontré à Paris pour toute l'année, et à Kazan pour les mois de novembre, décembre et janvier (*voyez* le tableau ci-dessus), que la température de 9 heures du matin ap-

proche beaucoup de la température moyenne de toute la journée. Dans cette supposition, la température moyenne de l'année 1828, à Kazan, a été de + 2°,0 R.; il est bon de remarquer que l'année 1828 a été une année froide. La température moyenne du mois d'avril surpasse beaucoup celle de l'année, qui est très-peu inférieure à la température moyenne du mois d'octobre. Le thermomètre se tient pendant cinq mois au-dessous, et pendant sept mois au-dessus de zéro. La température moyenne des cinq premiers mois (nov., déc., janv., fév., mars) est — 9°,2; celle des sept derniers est égale à + 9°,8. En distribuant les mois par trois, selon les quatre saisons, on trouve la température moyenne :

De l'hiver... (déc., janv., févr.) égale à...	— 13°,1 R.
Du printemps (mars, avril, mai).....	+ 3,9
De l'été..... (juin, juillet, août).....	+ 14,8
De l'automne (sept., oct., nov.).....	+ 2,0

M. le professeur Bronner, pendant le séjour qu'il a fait à Kazan depuis 1814 jusqu'en 1817, a fait des observations météorologiques qui ont été calculées par M. Parrot fils, et publiées dans l'ouvrage de M. Erdmann, *Beiträge zur Kenntniss der Jnnern von Russland*, tome 1er; malheureusement, M. Parrot a compté les mois selon le calendrier Julien, adopté en Russie, de sorte que ses moyennes pour les mois ne sont pas comparables aux miennes; ceci n'a cependant aucune influence appréciable sur les moyennes de l'année. M. Bronner a observé à 7 heures du matin, à midi et à 8 ou 9 heures du soir, et a obtenu les résultats suivans :

	Moyenne de la totalité des observations.	Moyenne des observations, à 7 heures et à midi.
Temp. moyen. de l'année 1814	+ 2,5	
1815	2,7	2,3
1816	3,5	3,1
1817	1,5	2,0
Moyenne...	+ 2,6	2,5

Si l'on ajoute à ces résultats celui de 1828, on trouve que la température moyenne de Kazan, dans le jardin de l'Université, c'est-à-dire à 40 mètres au-dessus du niveau de l'Océan, est de $+2^{\circ},4$ R. Les observations ci-dessus confirment de nouveau la remarque qu'on a déjà faite il y a long-temps, que la température moyenne du mois d'octobre est presque égale à la température moyenne de l'année, et que celle du mois d'avril en approche. Pour vérifier cette loi sur les observations de M. Bronner, j'ai supposé la température moyenne des mois Juliens, mars et avril, égale à la température du mois Grégorien avril, et la température moyenne des mois Juliens, septembre et octobre, égale à celle du mois Grégorien octobre : supposition que j'ai trouvée vraie pour l'année 1828. On trouve dans le tableau suivant les résultats de ces calculs.

	Moyenne tirée de la totalité des observations.	Moyenne tirée des observations de 7 heures et midi.
1814 avril...	+ 0,8	
octobre.	3,3	
1815 avril...	2,1	2,1
octobre.	2,8	2,9
1816 avril...	1,2	1,5
octobre.	3,5	3,7
1817 avril...	2,4	2,9
octobre.	0,0	0,2
Moyennes..	Avril. 1,6	2,2
	octob. 2,4	2,3

Température moyenne du sol à Kazan.

La température du sol est indiquée par des sources qui jaillissent d'une profondeur et avec une abondance suffisantes, pour que leur température ne puisse changer à leur sortie par le contact de l'air. De telles sources ont une température presque constante, et dont les variations suivent une autre loi que celles de la température de l'air. Ordinairement, le *maximum* de chaleur a lieu en automne, le *minimum* au printemps, c'est-à-dire trois ou quatre mois plus tard que les points correspondans dans la marche de la température de l'air.

Les sources des contrées montagneuses ne paraissent pas pouvoir indiquer avec autant de certitude la température du sol voisin que les sources des pays plats, car il peut arriver que les premières tirent leur origine des hauteurs, et donnent une température plus basse que celle qui leur conviendrait d'après la position de l'en-

droit où elles se trouvent. Une grande inégalité dans le terrain doit produire une grande inégalité dans la température des sources. Dans les plaines, au contraire, il arrive assez souvent que pluieurs sources, assez éloignées les unes des autres, ont exactement la même température, de sorte que rien n'est ici abandonné à l'incertitude du choix entre plusieurs observations. Les sources qui sortent d'un terrain marécageux sont également impropres à la détermination de la chaleur moyenne du sol, parce que leur température est altérée par le mélange de l'eau du marais qui est stagnante et continuellement exposée à l'action de l'air. La température de l'eau de réservoirs, quoique alimentés par des sources abondantes, s'approche toujours plus ou moins de celle de l'air. Les puits profonds présentent souvent une température très-constante, mais ils sont ordinairement un peu refroidis par l'air froid qui, à cause de sa plus grande densité, s'accumule dans les profondeurs.

Voici maintenant mes observations sur la température du sol à Kazan. Une source au nord-ouest et au pied de la montagne calcaire sur laquelle est bâtie la citadelle, donna, le 29 octobre 1828, une température de + 5°,2 R. Le 16 janvier 1815, M. Bronner a trouvé cette température égale à + 4°,8 : j'ai observé exactement la même température dans le mois de janvier 1829. Une autre source éloignée de plus de deux lieues de la précédente, et de plus d'une lieue de la ville, dans un village appartenant a l'archevêché, près du lac de Kaban, donna le même jour (le 29 octobre) + 5°,2 R., c'est-à-dire précisément la même température.

Pour connaître la température moyenne d'une source quelconque, il faudrait l'observer chaque mois une fois au moins, et prendre la moyenne de toutes les observations. De telles observations nous ont été fournies par M. Erman (voyez *Annales de Poggendorf*, année 1828, cahier 10, page 302), pour une source de Kœnisberg, en Prusse; elles ont donné les résultats suivans :

Oct. 7°,74	Janv. 5°,79	Avril. 5°66	Juillet 7°,12
Nov. 7 ,10	Fév. 5 ,42	Mai. 5 ,86	Août. 7 ,66
Déc. 6 ,46	Mars. 5 ,22	Juin. 6 ,48	Sept. 7 ,90
			Moyenne. 6°,54

La moyenne entre le *maximum* et le *minimum* qui ont eu lieu aux mois de septembre et de mars, est +6,56, c'est-à-dire égale à la moyenne de toutes les observations.

S'il est permis de supposer que les variations de la température des sources suivent partout à peu près la même marche, et qu'il n'y a de différence d'une source à l'autre que dans la grandeur de ces variations, il est clair que les observations de M. Erman peuvent servir de terme de comparaison. La différence des températures aux mois de janvier et d'octobre est de 1°,95 dans les observations de Koenigsberg, de 0°,40 dans les nôtres; il est donc probable que les variations de la température de la source de Kazan égalent la cinquième partie de celles de la source de Koenigsberg; d'où l'on peut conclure, pour la source de Kazan, que la température du mois de septembre doit être égale à la température du mois d'octobre, augmentée de la cinquième partie de la dif-

férence entre les températures des mêmes mois à Koenigsberg. Voici le type très-simple de ce calcul que j'ajoute seulement pour plus de clarté :

Septembre...	$5^\circ,20 + \frac{1}{5}(7,90 - 7,74)$	$= 5,23$
Mars.....	$4,80 - \frac{1}{5}(5,79 - 5,22)$	$= 4,69$
	Moyenne.	$= 4,96$

La température moyenne du sol à Kazan peut donc être évaluée à $+ 5^\circ$ R.

Un puits, dans le même village où est la deuxième source, donna $+4^\circ,25$ R. le 19 juillet 1828, et $+4^\circ,5$ le 29 octobre de la même année. La surface de l'eau est à 20 pieds au-dessous du sol. Les deux observations, calculées de la même manière, donnent $+4^\circ,06$ pour la température moyenne de ce puits. Il est aisé de s'apercevoir 1) que non-seulement cette température est plus basse que la température du sol, mais que ses variations sont aussi plus grandes; 2) que la température de ce puits est plus rapprochée de la température moyenne du sol, que de celle de l'air.

Température moyenne de l'air à Slatoouste (latitude 55°8′, *longitude* 57°, *élévation au-dessus de la mer* 370 *mètres.)*

M. Ewersmann, présentement professeur d'histoire naturelle à Kazan, a observé, pendant les années de 1817 à 1820, un thermomètre dont les deux points fixes ont été vérifiés. Les observations des années 1818 et 1819 sont complètes; celles de 1817 et 1820 n'étant pas complètes, je n'ai calculé les moyennes que pour les mois d'avril et d'octobre. M. Ewersmann nota, le matin, le

plus grand froid, et, vers les deux heures après midi, la plus grande chaleur; il est cependant bon de remarquer que ces observations n'ont pas été faites avec un thermométrographe, mais avec un thermomètre ordinaire. On observa encore à midi, à 6 heures et à 10 heures du soir; mais comme les maxima et minima donnent la température moyenne de l'année avec une exactitude suffisante, j'ai omis les autres observations dans le tableau suivant:

	1818.			1819.		
Mois.	Maxim.	Minim.	Moy.	Maxim.	Minim.	Moy.
Janv.	— 9,68	—14,25	—11,96	— 9,48	—12,77	—11,12
Fév.	—11,58	—19,23	—15,40	—10,16	—17,80	—13,98
Mars.	+ 0,51	— 7,59	— 3,54	— 1,72	—10,14	— 5,93
Avril.	5,51	— 1,18	+ 2,16	+ 5,16	— 1,35	+ 1,90
Mai.	11,22	+ 3,09	7,15	10,98	+ 5,21	8,09
Juin.	17,26	9,37	13,31	15,94	9,46	12,68
Juill.	14,10	8,55	11,32	18,66	11,38	12,02
Août.	17,84	9,00	13,42	13,87	8,45	11,16
Sept.	10,20	3,69	6,95	11,68	5,73	8,70
Oct.	0,10	— 3,79	— 1,85	7,00	1,16	4,08
Nov.	— 5,70	— 7,93	— 6,81	— 5,45	— 8,20	— 6,82
Déc.	— 7,87	—10,80	— 9,33	—13,10	—16,70	—14,90
Moy.	+ 3,48	— 2,59	+ 0,45	+ 3,61	— 2,13	+ 0,74

	1818.	1819.
Moyenne des mois d'hiver.	— 12,23	— 13,33
de printemps.	+ 1,93	+ 1,36
d'été.	+ 12,69	+ 12,95
d'automne. . .	— 0,57	+ 1,99

Les températures moyennes des mois d'octobre et d'avril 1817 et 1820 étaient :

	1817.			1820.		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
Avril...	+ 0,5	+ 9,0	+ 4,7	+ 0,7	+ 6,3	+ 3,5
Octobre.	— 3,2	+ 0,3	— 1,5	— 1,4	+ 4,7	+ 1,7

Moyenne de toutes les observations d'avril, depuis 1817 jusqu'à 1820..... + 3,06

Moyenne de toutes les observations d'octobre, depuis 1817 jusqu'à 1820..... + 0,61.

Le tableau précédent donne + 0,6 pour la température moyenne tirée de tous les mois des années 1818 et 1819.

Température du sol aux mines de Kisnekejeva (latitude 54° ½, longitude 60°) à l'est de l'Oural, 300 mètres au-dessus de la mer.

Dans une galerie à 25 mètres au-dessous de la surface du sol, où l'on ne travaille plus, l'eau d'une mare avait la température de + 3° ½ R.

Température du sol aux mines de Bogoslowsk (1) (*latitude* 60°, *longitude* 60°, *élévation* 200 *mètres*).

Dans les mines de Tousjensk, à l'est de Bogoslowsk, la température des puisards, à 112 mètres de profon-

(1) Dans ma course au nord de l'Oural, c'est-à-dire à Nigeney-Taguilsk, à Werkhotourie et à Bogoslowsk, j'ai été accompagné de MM. Hansteen et Erman fils, que j'ai

deur, a été trouvée de + 5° R. Dans les mines de Frolow, qui sont peu éloignées des premières, à une profondeur de 65 mètres, cette température était de + 3°,2. Une source qui, dans la même mine, jaillissait du sol à 56 mètres de profondeur, avait une température de + 2°,7. En comparant les différences de température aux différences de profondeur, on trouve la loi du décroissement de la chaleur dans les profondeurs, comme il suit :

N°.	Profondeur en mètres.	Température observée.	Différence des profondeurs.	Différence des températures.	Accroissement de prof. pour 1° R.
1	56	2,7	n°s 3 et 1..56	2,3	24^m,3
2	65	3,2	n°s 3 et 2..47	1,8	26 ,1
3	112	5,0	n°s 2 et 1.. 9	0,5	18 ,0

Comme les valeurs contenues dans la dernière colonne sont d'autant plus exactes que les différences de profondeur sont plus grandes, on ne ferait pas bien de prendre leur moyenne arithmétique ; on obtient une valeur beaucoup plus certaine et qui cependant ne demande pas, pour la trouver, autant de calcul que si l'on employait la méthode des moindres carrés, en divisant la somme des différences de profondeurs par la somme des différences de température. On trouve de cette manière un accroissement de profondeur de 24^m,4 pour chaque degré de thermomètre octogésimal.

Comparons maintenant les observations précédentes

---

trouvés à Catherinebourg, allant en Sibérie, et qui ont bien voulu céder à mes instances et venir avec moi jusqu'à Bogoslowsk ; M. Erman particulièrement a pris la part la plus active aux observations citées dans cet article.

avec celles que d'autres physiciens ont recueillies sur la température de l'intérieur de la terre. On verra, dans la suite, que la température du sol est rarement égale à la température moyenne de l'air. Il n'est donc pas permis de comparer la température d'une station inférieure avec la température moyenne de l'air du pays. Il ne faut pas non plus que la station supérieure soit trop peu profonde, à moins qu'on ne possède une série d'observations prolongées pendant une année entière. N'admettant que les observations qui satisfont à toutes ces conditions, on a :

Noms des pays.	Profondeur en mètres.	Température C.	Différence des profondeurs.	Différence des températures.	Accroissement de profondeur pour 1° C.
Saxe.....	78 256	9,4 13,8	178	4°,4	40,5
Bretagne....	39 140	11,9 14,6	101	2 ,7	37,4
Cornouailles.	82,3 274,5	15,6 25,6	192,2	10 ,0	19,2
Cornouailles.	71,4 329,4	15,6 26,7	258,0	11 ,1	23,2
Saxe.....	180 260	11,25 15,00	80	3 ,75	21,3
Litry.....	0 99	11,0 16,1	99	5 ,1	19,4
Decise.....	107 171	17,78 22,10	64	4 ,32	14,8

Si l'on rejette les deux premières observations, qui s'éloignent trop du résultat moyen, on obtient, par la

méthode que nous avons employée ci-dessus, un accroissement de profondeur de $20^m,2$, pour chaque degré centésimal, ou de $25^m,25$ pour chaque degré octogésimal.

Nous sommes maintenant en état de calculer la température du sol à Bogoslowsk, quoique nous ne possédions aucune observation directe.

Jusqu'ici, nous avons toujours conclu la température du sol de la température constante ou presque constante des sources; mais il est clair qu'une source ne saurait présenter une température constante, qu'autant qu'elle sort d'une profondeur considérable; c'est donc, à proprement parler, à une couche inférieure à la surface du sol que nous devons rapporter toutes les observations sur la température des sources. Quoiqu'il soit impossible de déterminer exactement la profondeur au-dessous de la surface de la terre de cette couche, dont la température est constante ou presque constante, et que cette profondeur varie probablement avec l'étendue des variations de la température de l'air, on peut cependant l'évaluer à 25 mètres à peu près, évaluation plutôt trop faible que trop forte : car, à Paris, c'est-à-dire dans un climat tempéré, les variations de température sont encore sensibles à 28 mètres de profondeur. Après avoir retranché ces 25 mètres de la profondeur de la première station à Bogoslowsk, il reste encore 31 mètres; c'est la profondeur de cette station au-dessous de la couche à laquelle il faut rapporter toutes les températures du sol; mais 31 mètres donnent un décroissement de chaleur de $1^\circ,2$ R. La température du sol à la première station

étant trouvée égale à 2°,7, on obtient 1°,5 pour la température du sol à Bogoslowsk.

Dans quelques endroits, à Bogoslowsk, par exemple, le sol est encore gelé, vers la fin de l'été, à quelques pieds de profondeur; on voit, par là, que nous avons eu raison de rapporter la température du sol à une couche plus profonde, et qu'à une petite profondeur, la température moyenne de l'année est très-variable, et peut descendre au-dessous de zéro. Là, où les oscillations de la température du sol sont assez grandes pour que la formation de la glace soit possible, il peut arriver que la chaleur subséquente ne suffise pas, pendant longtemps, pour la fondre. C'est ainsi, je crois, qu'on peut expliquer la présence de glace dans un sol dont la température moyenne excède certainement la température de la glace fondante.

Température du sol à Nigeney-Taguilsk (latitude 58°) et à Werkhotourie (latitude 59°).

Ces deux endroits sont situés sur la pente orientale de l'Oural, comme Bogoslowsk et Catherinebourg, et ont une élévation de 200 mètres à peu près. Aux mines de Nigeney-Taguilsk, l'eau, puisée à une profondeur de 65 mètres, a une température de + 3°,9 R., ce qui donne, après avoir retranché 25 mètres de la profondeur, 2°,3 R., pour la température du sol dans ce lieu. Un puits de 5 mètres de profondeur (profondeur trop petite pour donner à l'eau une température invariable) donna 2°,6 R. A Werkhotourie, une source donna une température de 2°,1. Cette température, observée en automne, est probablement un peu plus élevée que la

température moyenne : retranchons-en 0°,2, conformément à l'observation de Kazan, et nous aurons 1°,9 pour la température du sol à Werkhotourie.

CONCLUSION.

On voit, par les observations précédentes, que la température du sol est quelquefois très-différente de la température moyenne de l'air. Wahlenberg nous a déjà fait voir que, dans les hautes latitudes, la température des sources surpasse beaucoup la température moyenne de l'air; M. de Humboldt, et après lui M. de Buch, ont trouvé le contraire dans les basses latitudes. Le tableau suivant comprend les observations les plus exactes de ce genre, faites au niveau de la mer, ou à une hauteur qui n'excède pas 1500 pieds.

Noms des lieux.	Latitude.	Elévation en mètres.	Temp. du sol	Temp. de l'air.	Noms des observateurs.
Congo.....	9° A.	450	18°,2	20°,5	Smith.
Cumana.....	10 $\frac{1}{4}$ B.	0	20 ,5	22 ,4	Humboldt.
Saint-Yago (Cap-Vert.).....	15	0	19 ,6	20,0	Hamilton.
Bockford (Jamaïque.....	18	0	20 ,9	21,6	Hunter.
Havanne.....	23	0	18 ,8	20,5	Ferrer.
Nepaul.....	28	0?	18 ,6	20,0	Hamilton.
Ténériffe (1)...	28 $\frac{1}{2}$	0	14 ,4	17,3	Buch.
Le Caire.....	30	0	18 ,0	18,0	Nouet.
Cincinnati.....	39	160	9 ,9	9,7	Mansfield.
Philadelphie...	40	0	10 ,2	9,9	Warden.
Carmeaux.....	43	300 ?	10 ,4	11,5	Cordier.
Genève.....	46	350	8 ,9	7,7	Saussure.

(1) Voyez l'intéressant Mémoire de M. de Buch, dans les Annales de Poggendorf, vol. XII.

Noms des lieux.	Latitude.	Elévation en mètres.	Temp. du sol.	Temp. de l'air.	Noms des observateurs.
Paris.....	49	75	9°,2	8°,7	
Berlin.....	52 $\frac{1}{2}$	0	8 ,1	6 ,4	Erman fils.
Dublin.....	53	0	7 ,7	7 ,6	Kirwan.
Kendal.....	54	0	7 ,0	6 ,3	Dalton.
Keswick.....	54 $\frac{1}{3}$	0	7 ,4	7 ,1	
Koenigsberg....	54 $\frac{1}{2}$	0	6 ,5	5 ,0	Ermán.
Edinbourg.....	56	0	7 ,0	7 ,0	Playfair.
Carlscrona.....	56 $\frac{1}{4}$	0	6 ,8	6 ,8	Wahlenberg.
Upsala.....	60	0	5 ,2	4 ,5	
Umeo.....	64	0	2 ,3	0 ,6	
Giwartenfiäll (Enontekies)..	66	500	1 ,0	-3 ,0	

Ce tableau peut encore être étendu à l'aide des observations de Kazan et de l'Oural. Dans plusieurs endroits, la température moyenne de l'air n'étant pas connue, il faut y suppléer par des conjectures. Dans les latitudes moyennes, la température moyenne de l'air décroît d'un demi-degré octogésimal pour chaque degré de latitude. Cette loi est confirmée par des observations faites près des endroits en question. La différence des latitudes de Saint-Pétersbourg et de Moscou est de 4° $\frac{1}{4}$; la température moyenne de l'air à Saint-Pétersbourg est 3°,0 R.; celle de Moscou 3°,6; la différence 0°,6 doit être augmentée de 1°,3, à cause de la plus grande élévation de Moscou, qui est de 300 mètres; on a donc un décroissement de 2° pour 4° $\frac{1}{6}$ de différence dans les latitudes, ou d'un demi-degré à peu près pour un degré de latitude. Ces considérations suffisent pour déterminer approximativement la température moyenne de l'air de tous les points cités à l'est de l'Oural, celle de Kisnekïewa étant connu par les observations de Slatoouste, à 20 lieues au nord-ouest de Kisnekïewa.

	Latit.	Élévat.	Temp. du sol.	Temp. de l'air.
Kisnekïewa.	54 ½	300	3°,5	1°,2
Kazan.....	56	30	5 ,0	2 ,4
Nigeney-Taguilsk.	58	200	2 ,3	—0 ,2
Werkhotourie....	59	200	1 ,9	—0 ,7
Bogoslowsk.....	60	200	1 ,5	—1 ,2

La première inspection de ce tableau nous apprend que la température du sol ne change pas seulement selon la latitude, mais aussi selon la longitude des lieux. Outre ces différences, on en remarque encore d'autres par rapport à l'élévation des lieux. Distribuons les observations précédentes sous quatre méridiens; réduisons-les au niveau de la mer, en ajoutant $\frac{2}{5}$° R. pour chaque centaine de mètres d'élévation; et le tableau précédent prendra la disposition suivante.

Ier Méridien de 0° de longitude.

	Latitude.	Température du sol.
Saint-Yago...	15	19°,6
Ténériffe.....	28 ½	14 ,4
Cameaux.....	43	11 ,6
Genève.....	46	10 ,3
Paris.....	49	9 ,5
Dublin.....	53	7 ,7
Keswick.....	54 ½	7 ,4
Edinbourg...	56	7 ,0

IIe Méridien de 20° de longitude orientale de Paris.

	Latitude.	Température du sol.
Le Caire.....	30	18°,0
Carlscrona...	56 ¼	6 ,8
Upsala.....	60	5 ,2
Umeo.....	64	2 ,3
Giwartenfiall.	66	3 ,0
Congo.....	9 A.	20 ,0

IIIe Méridien de 60° de longit. orient. de Paris.

	Latitude.	Température du sol.
Kirnekeïewa..	54 ½	4°,7
Nigeney-Tag..	58	3 ,1
Werkhotourie.	59	2 ,7
Bogoslowsk...	60	2 ,3

IVe Méridien de 80° de longit. occid. de Paris.

	Latitude.	Température du sol.
Cumana.....	10	20°,5
Bockford.....	18	20 ,9
Havanne.....	23	18 ,8
Cincinnati....	39	10 ,5
Philadelphie..	40	10 ,2

Voici maintenant les conséquences qu'on peut tirer de ce tableau :

1). Les températures du sol ne sont pas égales entre elles sous le même parallèle. Si l'on tire des lignes par tous les points d'une température égale, on obtient des courbes, que nous appellerons isogéothermes, et dont les inflexions ressemblent à celles des lignes isothermes, sans cependant se confondre avec les dernières, comme on le reconnaît quand on trace les unes et les autres sur une carte.

2). La température du sol décroît régulièrement depuis l'équateur jusqu'au pôle. Ceci explique pourquoi la température du sol, dans les basses latitudes, est inférieure à la température moyenne de l'air ; car celle-ci ne décroît presque pas depuis l'équateur jusqu'à 20 degrés de latitude ; la température du sol, qui décroît toujours,

doit donc rester en arrière. Passé les 20 degrés de latitude, la température moyenne de l'air décroît plus rapidement que celle du sol; celle-là doit donc enfin devenir égale à celle-ci; ce qui arrive effectivement à 50° de latitude, sous le premier méridien, et plutôt encore sous le quatrième. Par la même raison, dans les hautes latitudes, la température moyenne de l'air doit rester inférieure à celle du sol.

3). Le décroissement de la température du sol, selon la latitude, est représenté par l'équation suivante :

$$a - b \sin^2 l = t,$$

où a et b sont des constantes inconnues, qu'il faut déterminer; l est la latitude, t, la température du sol correspondant à cette latitude.

Pour déterminer les constantes, commençons par employer, pour le premier méridien, les observations d'Édimbourg et de Paris. Nous aurons :

$$a - b \sin^2 56^\circ = 7^\circ,0 ; \quad a - b \sin^2 49 = 9,5.$$

Ces équations combinées donnent :

$$a = 21,3, \quad b = 20,9.$$

Le tableau suivant présente la comparaison des résultats de l'observation et du calcul.

	Calculé.	Observé.		Calculé.	Observé.
Equateur..	21,3		Paris.....	9,5	9,5
Ténériffe..	16,5	14,4	Dublin....	7,8	7,7
St-Yago...	19,9	19,6	Keswick...	7,4	7,4
Carmeaux.	11,6	11,6	Edinbourg.	7,0	7,0
Genève...	10,4	10,3	Pole.....	+ 0,4	

L'observation de Ténériffe est la seule qui s'éloigne beaucoup de la loi suivie dans les autres lieux ; mais aussi cette île a une position très-occidentale par rapport aux autres points, et n'est pas proprement située sous le premier méridien. Par la même raison, Saint-Yago devrait également avoir une température plus basse que celle que nous venons de trouver par le calcul ; on peut supposer que l'observation citée n'exprime pas exactement la température du sol, puisqu'elle a été prise dans un puits ouvert.

En combinant les observations du Caire et d'Upsala, on trouve, pour le deuxième méridien,

$$a = 24,4 \quad b = 25,6.$$

Ces valeurs donnent le tableau suivant :

	Calculé.	Observé.		Calculé.	Observé.
Equateur..	24,4		Upsala.....	5,2	5,2
Le Caire...	18,0	18,0	Uméo.....	3,7	2,3
Berlin.....	8,3	8,1	Giwartenfiäll.	3,0	3,0
Carlscrona.	6,7	6,8	Pole.....	— 1,2	

Les observations de Kisnekeïewa et de Bogoslowsk donnent, pour le troisième méridien :

$$a = 22,9 \quad b = 27,5 ;$$

par conséquent :

	Calc.	Obs.		Calc.	Obs.
Equateur.....	22,9		Werkhotourie.	2,7	2,7
Kisnekeïewa.....	4,7	4,7	Bogoslowsk (1).	2,3	2,3
Nigeney-Taguilsk.	3,1	3,1	Pole.....	—4,0	

(1) Cet accord surprenant des résultats du calcul et de l'observation ne peut être attribué qu'au hasard.

Enfin, les observations de Bockford et de Philadelphie donnent, pour le quatrième méridien :

$$a = 24,0 \quad b = 33,7 ;$$

d'où l'on trouve :

	Calculé.	Observé.		Calculé.	Observé.
Equateur. .	24,0		Cincinnati...	10,5	10,5
Bockford. .	20,9	20,9	Philadelphie.	10,2	10,2
Havanne...	18,8	18,8	Pole.	−9,7	

La température calculée de Cumana diffère considérablement du résultat de l'observation, mais aussi Cumana a une position très-orientale ; c'est ici, comme à Ténériffe. Pour Kœnigsberg, sous le second méridien, on trouve 7°,5 au lieu de 6,5 ; il semble qu'il y existe une cause locale de refroidissement, car, non-seulement la température du sol, mais aussi celle de l'air est plus basse qu'elle ne devrait être. La température moyenne de l'air à Mittau, plus au nord de 2° environ, et en même temps plus à l'est, étant égale à 5°,6, selon les observations très-exactes de M. Pauker, à Mittau. Il se pourrait aussi que la source, que M. Erman a observée à Kœnigsberg, n'eût pas donné la véritable température du sol : en effet, les grandes variations de température, que M. Erman a observées, démontrent que cette source ne vient pas d'une profondeur considérable.

Par les formules précédentes, il est facile de calculer pour chacun des quatre méridiens, les points où la température du sol est égale à 0°, 5°, 10°, 15°, etc. En faisant passer des lignes par les points d'égale température, on formera le tracé des lignes isogéothermes, dont nous avons déjà parlé. J'ai tracé une carte selon ces

principes. En effet, après avoir donné à la formule ci-dessus la forme :

$$\cos 2\,l = 1 - 2 . \frac{a - t}{b},$$

il était facile de calculer la table suivante :

Latitude correspondante.

Température.	Sous le 1er mérid.	Sous le 2e mérid.	Sous le 3e mérid.	Sous le 4e mérid.
0°	....	77°.30′	65°.52′	57°.32′
5	62.12	60 .31	53 .47	48 .40
10	47.20	48 .36	43 .14	40 . 8
15	33.18	37 .18	32 .25	31 . 7
20	14.27	24 .30	18 .57	19 .44

Comme la température du sol à Cumana et à Ténériffe est considérablement plus basse que sur les points de l'Amérique et de l'Afrique centrales situés sous le même parallèle, il est clair que les lignes isogéothermes doivent éprouver ici une inflexion considérable vers le sud.

J'ai essayé de représenter la loi de la distribution des températures du sol indépendamment de celle des températures moyennes de l'air. M. de Buch, au contraire, a pensé que la différence de ces deux températures peut s'expliquer par l'absorption des eaux de pluie par le sol, qu'elles refroidissent ou échauffent selon qu'elles y pénètrent pendant l'hiver ou pendant l'été. Dans les hautes latitudes, par exemple, où la surface de la terre est recouverte pendant l'hiver d'une croûte épaisse de neige, les pluies y pénètrent seulement pendant l'été, et portent avec elles une température plus élevée que la moyenne. Dans les basses latitudes, au

contraire, la plus grande quantité de pluie tombe en automne ou en hiver ; c'est-à-dire, dans une saison où la température de la pluie est au-dessous de la moyenne. Quoique cette circonstance puisse avoir quelque influence sur la température du sol, il est cependant difficile de concevoir comment, dans les plus hautes latitudes où quelquefois le sol est recouvert de neige pendant la plus grande partie de l'année, la petite quantité de pluie qui pénètre dans la terre pendant l'été, peut élever constamment et de plusieurs degrés sa température. D'ailleurs, l'expérience journalière nous apprend que les pluies ne pénètrent pas bien avant dans le sol, principalement s'il est formé de roches, et que les eaux sont presque entièrement absorbées par les plantes et par l'évaporation, ou recueillies dans les grandes et les petites rivières. Il n'est pas encore démontré que le système des eaux souterraines soit dans une dépendance immédiate de celui des eaux superficielles à Bogoslowsk, où la surface de la terre est recouverte de neige pendant plus de la moitié de l'année, les puisards des mines n'ont pas plus d'eau pendant l'été et l'automne que pendant l'hiver. Au printemps seulement, lorsque par la fusion de la neige et le débordement des rivières, la quantité d'eau qui couvre la surface s'accroît dans une proportion énorme, on remarque également une augmentation des eaux dans les mines. Il y a sans doute des cas où les eaux de la surface se mêlent aux eaux souterraines, par exemple, dans les marais ; mais les observations de cette espèce sont excluses des tableaux précédens, parce que de telles eaux n'ont jamais une température constante ; cette constance est

un caractère propre aux eaux souterraines, par lequel il est facile de les distinguer.

Quoique la formule $a - b \sin^2 l = t$ représente parfaitement bien les observations, on ne doit cependant pas oublier que toutes les formules avec des constantes arbitraires dont il faut déterminer la valeur par les observations mêmes, peuvent ne donner que des résultats approximatifs, et se trouver en défaut sur des points éloignés de ceux où les observations ont été faites. Le pôle est un de ces points, et il ne faut pas s'étonner que les quatre formules donnent quatre valeurs différentes pour sa température. En effet, supposons que le *minimum* de température ne soit pas placé exactement au pôle, mais un peu en deçà, dans ce cas, la formule employée ne pourra indiquer sa position, puisqu'elle a sa petite valeur lorsque $t = 90^\circ$: elle ne pourra représenter les observations que jusqu'au *minimum* de température tout au plus, et elle donnera au pôle une température trop basse. Je m'abstiens de toute conjecture à l'égard de la position de ce *minimum*, qui, faute d'observations sur la température du sol dans ces contrées ne saurait être déterminé.

Quant à la température du sol à l'équateur, on voit, par les tableaux précédens, qu'elle est plus grande au milieu de l'Afrique que dans la mer entre l'Afrique, les Indes orientales et la Nouvelle-Hollande ; qu'elle est encore plus petite sur les côtes occidentales de l'Afrique et les côtes orientales de l'Amérique (1) ; et qu'enfin, au

(1) En combinant les observations de Philadelphie et de Cumana, on trouve seulement 21,3 pour la température du sol à l'équateur.

centre de l'Amérique, elle atteint encore une valeur considérable. Sous le méridien de l'Afrique, les lignes isogéothermes présentent, jusqu'à la latitude de 50°, une convexité sensible, dont le sommet est dirigé vers le nord; et c'est en même temps sous ce méridien qu'il y a deux volcans actifs (le Vésuve et l'Etna), un grand nombre de sources minérales plus ou moins chaudes, et presque partout des roches basaltiques et porphyriques. Il serait possible que les points où la température du sol atteint son *maximum* ne soient pas précisément situés sous l'équateur; cette hypothèse n'est cependant appuyée que par une seule observation dans l'hémisphère austral, celle du Congo : la formule donne à cette contrée une température beaucoup plus considérable que l'observation. On est donc obligé, pour exprimer exactement l'observation, d'augmenter la latitude du lieu, ou, ce qui revient au même, de supposer à l'équateur géotherme une petite inflexion vers le nord.

Mémoire *sur les causes des tremblemens de terre au Chili et au Pérou, et sur les moyens de prévenir leurs ravages* (1).

Par M. Lambert, ingénieur des Mines au Chili.

Le but de ce Mémoire est de prouver que les tremblemens de terre, au Chili et au Pérou, ne sont que des

(1) M. Lambert me remit le Mémoire qu'on va lire, en 1824, pendant un voyage qu'il fit à Paris. Avant d'entrer

orages souterrains, et qu'il existe des moyens de prévenir leurs ravages.

Le flanc ouest des Andes dans l'Amérique méridionale est, dans une grande partie de son étendue, sujet aux tremblemens de terre. Ces tremblemens sont fréquens au Chili et dans le Pérou, du 20e au 34e degré sud, depuis novembre jusqu'en avril. Il est même des années où, pendant ces mois, on les a journellement ressentis. Ce n'est souvent qu'une vibration légère et lente qu'éprouve le sol pendant l'espace de quelques minutes, tantôt sans bruit, tantôt précédée et accompagnée d'un bruit sourd semblable à celui d'un tonnerre souterrain. Mais quelquefois aussi la terre éprouve dans ces contrées des vibrations assez fortes pour renverser les édifices,

---

avec lui dans la discussion des causes auxquelles il attribue les tremblemens de terre, je crus devoir le prier de joindre à son travail des preuves détaillées des faits sur lesquels il s'appuie. Telle est l'origine des deux notes qu'on trouvera à la fin. Ces notes m'ayant paru susceptibles de développemens ultérieurs, j'invitai l'auteur à étudier de nouveau, à son retour au Chili, les phénomènes électriques qu'il avait remarqués au sommet des Andes, et surtout à montrer, par des *recensemens complets*, que la côte occidentale d'Amérique, du 20me au 34me degré de latitude, n'éprouve de tremblemens de terre *que dans certains mois*. Ces éclaircissemens ne m'étant pas parvenus après un délai de cinq ans, je me suis déterminé à publier le Mémoire dans son état primitif, car les journaux consacrés aux sciences peuvent contribuer à leur avancement, tout autant en provoquant des recherches qu'en propageant des théories et des faits bien établis.

et jeter tellement la mer hors de ses limites, qu'elle ravage les côtes où elle enlève les habitations et les animaux. Des rochers énormes se détachent alors et se précipitent du haut des montagnes dans les vallées, en pulvérisant avec fracas ce qui s'oppose à leur passage. Il se fait dans la terre des ouvertures assez vastes pour interrompre le cours des rivières qui viennent s'y engloutir. C'est pendant ces fortes vibrations que de grandes parties de terrain, des cités populeuses, se sont enfoncées et ont disparu pour jamais.... D'immenses ruines, des vallées jadis cultivées et délaissées maintenant; des cérémonies religieuses et des vœux expiatoires faits à divers saints à l'intercession desquels on croit devoir la cessation de plusieurs tremblemens, tout prouve que, de mémoire d'homme, cet effroyable phénomène a désolé ces côtes.

Durant mon long séjour dans l'Amérique méridionale, j'ai eu de fréquentes occasions de voir des tremblemens. J'ai été témoin de celui qui, en 1817, détruisit Copiapo, et j'ai pu, en partie, éprouver les effets de celui qui, en 1821, renversa Valparayso. Une étude approfondie de ce phénomène, des circonstances qui l'accompagnent, des saisons où il est produit, m'a fait soupçonner les causes naturelles auxquelles il est dû, et, par suite, les moyens qu'il faudrait employer pour en diminuer les effets, et peut-être pour les empêcher entièrement. C'est l'exposition de ces moyens et des réflexions qui m'y ont conduit, qui fera les sujets de ce Mémoire. Mon but étant de soustraire de nombreuses provinces aux ravages d'un phénomène qui, dans l'état actuel de notre globe, y cause les plus grandes révolutions, j'ose espérer que

les savans dont le génie a découvert et calculé les propriétés de la matière, verront avec intérêt cette application de leurs profondes théories. Leur approbation seule pourra m'inspirer une juste confiance dans l'emploi des moyens que je soumets à leur jugement.

Le soleil échauffant les zônes de la terre qui reçoivent perpendiculairement ses rayons, plus que celles qui les reçoivent obliquement; l'air en contact avec les premières, s'échauffant aussi plus que l'air en contact avec les dernières; l'air chaud recevant d'ailleurs une dilatation qui le rend spécifiquement plus léger que l'air froid, nous pouvons conclure qu'il existera un courant d'air ascensionnel dans les parties de la zône torride qui reçoivent perpendiculairement les rayons du soleil. Ce courant en occasionera un autre qui viendra des pôles, et fournira de l'air au premier; mais le mouvement de rotation des zônes voisines des pôles étant moindre que celui des zônes situées sous l'équateur, le courant venant vers la zône torride sera obligé de suivre une direction intermédiaire entre les méridiens et les parallèles, en s'écartant vers l'est. Le courant ascensionnel, au contraire, après s'être refroidi et condensé, après être redescendu pour nourrir le courant inférieur, aura un mouvement en avance sur les zônes proches des pôles qu'il viendra rencontrer, et fera l'effet d'un vent d'ouest.

Je me propose de développer, dans un Mémoire particulier, les modifications que la disposition des terrains et les mers, peuvent apporter à cette grande cause; il me suffit ici d'avoir prouvé que, dans la partie de notre globe comprise entre les tropiques et dans celles qui les

avoisinent, les courans d'air doivent régner de l'est; et qu'au contraire dans les zônes plus rapprochées des pôles où vient redescendre le courant supérieur, les vents doivent prévaloir de l'ouest. Ce fait est d'ailleurs vérifié par tous les navigateurs des océans Pacifique et Atlantique. Les vents entre sud et est, atteignent dans ces mers, quand le soleil est au sud de la ligne, jusqu'au 40e et parfois 45e degré de latitude sud; de là jusqu'au pôle règnent les vents du côté de l'ouest. Quand le soleil est au tropique nord, les premiers atteignent seulement jusqu'au 25e degré de latitude sud, et les seconds vont de là jusqu'au pôle.

Or, l'Amérique méridionale est traversée dans sa partie comprise entre la ligne et le cap Horn, d'une haute chaîne de montagnes (les Andes), qui court à peu près nord et sud. Cette chaîne se perd par une pente rapide dans l'océan Pacifique, car à l'ouest, sa ligne de plus grande élévation n'est séparée que de trente lieues au plus de cet océan. De son côté est, au contraire, cette chaîne s'abaisse en une pente très-douce. Une bande de terre, de forme triangulaire, large, à Buénos-Ayres, d'environ 300 lieues, aux Amazones, de près de 600, la sépare de l'océan Atlantique. Cette vaste étendue est composée de grandes plaines coupées par des chaînes moins élevées que les Andes. Les vents sud-est arrivant par le côté de Buenos-Ayres, l'air, sur ce terrain, est obligé de monter graduellement jusqu'à la sommité des Andes. En montant, il doit se raréfier, perdre son humidité et arriver sec sur le sommet de ces montagnes. Il se desséchera encore en descendant vers la partie basse du Chili et du Pérou, où le mouvement vers l'ouest le

force à passer. Aussi voit-on les parties basses du Chili et du Pérou, dans lesquelles le vent est règne constamment, être entièrement privées de pluies. La sécheresse de l'air y est telle que la plupart des plantes ne peuvent y croître sans être arrosées. C'est ce qui occasione ces immenses déserts qui bordent l'océan Pacifique depuis Coquimbo jusqu'à Payta, où la terre est sans eau et sans végétation, et qui sont connus sous le nom de *déserts* de *Huasco*, de *Copiapo*, d'*Atacama*, de *Calama*, de *Yquique, etc.*

Dans la partie de la côte ouest, au contraire, où le vent ouest domine, l'air, après avoir passé sur la masse immense des eaux de l'océan Pacifique, précipite, à son ascension sur les Andes, toute la vapeur dont il s'était chargé : de là ces pluies abondantes et presque continuelles que l'on remarque à Chiloë, à l'archipel de la Madre de Dios et sur toute la côte ouest de la Magellanie, qui n'est, pour cette raison, qu'un vaste marais.

Enfin, dans les parties intermédiaires, qui sont proprement le Chili, depuis Coquimbo jusqu'à Conception, il ne pleut jamais dans la saison des vents d'est, l'air alors étant trop sec; et les pluies y sont très-abondantes quand le vent d'ouest prédomine, l'air, dans cette saison, devenant très-humide.

Je ferai voir, dans un Mémoire spécial et détaillé, que l'on peut déduire les climats des diverses régions de l'Amérique, des modifications que la situation et la forme du terrain apportent aux mouvemens d'est et d'ouest imprimés à notre atmosphère par le soleil.

Les vents qui résultent de ces mouvemens, frottant

sans cesse la crête sinueuse des Andes, y occasionent un dégagement continuel et abondant de fluide électrique à l'état de tension. Lorsque ces sommités sont complètement arides, ce qui arrive souvent à cause de l'élévation des Andes, et surtout quand le vent d'est souffle, le fluide alors ne pouvant s'échapper ni par l'air qui est sec, ni par la terre qui n'est pas moins sèche, doit s'accumuler en très-grande quantité. Il est facile de vérifier ce fait, en se transportant sur ces montagnes, où il est pleinement annoncé par l'électromètre, par la répulsion des fils de soie, de poils d'animaux, par le nombreux dégagement d'étincelles qui a lieu au contact des étoffes de laine et même par les commotions que fait éprouver ce contact, etc.; mais la tension de ce fluide, ne pouvant subsister qu'autant qu'elle est plus faible que la résistance qu'apportent les corps non conducteurs à ce que la matière électrique se répande sur les grandes masses conductrices, qui sont les mers; et cette tension du fluide augmentant constamment, elle doit toujours finir par vaincre les obstacles que l'air et la terre lui opposent. Si elle fait rupture par l'air, ce ne sera, dans les parties où le vent d'est règne, que du côté est, puisque l'air de ce côté est plus humide que du côté ouest, et les orages en résulteront.

Si l'air est trop sec, même du côté est, la rupture se fera par les terres du côté de l'océan Pacifique, qui, étant beaucoup plus proche que l'océan Atlantique, offre à l'électricité un chemin plus court, et exerce une attraction plus forte. Le fluide alors passera par les veines métalliques, par les interstices humides de la terre, par les rivières, et par les sources ou dépôts d'eaux inté-

rieurs, s'ouvrant un passage forcé, quand il n'en trouvera pas de faits, et, occasionant alors, par de fortes décharges électriques, des vibrations du sol, des crevasses, des déchiremens, la volatilisation des corps qui en sont susceptibles, des compositions et décompositions chimiques, comme la combustion du soufre et de l'anthracite, l'oxidation et la désoxidation des métaux, en un mot, tous les phénomènes dont nous désignons les effets par les noms de tremblemens de terre, volcans en éruption, montagnes mugissantes (cerros bramadores). Ces phénomènes ne devront avoir lieu au nord du Chili, que quand le vent d'est y a soufflé de la manière la plus constante, c'est-à-dire, de novembre en avril.

Ce que nous venons de déduire de la théorie est une image exacte de ce qui se passe depuis des siècles dans l'Amérique méridionale. Du côté est des Andes, les tremblemens de terre sont inconnus, mais les orages y sont plus terribles que partout ailleurs. Rien n'est aussi majestueux qu'un grand orage dans la province de Cuyo. Le tonnerre y gronde, les éclairs y brillent pendant longtemps et à la fois dans toutes les parties de l'horizon. Du côté ouest des Andes, sur les terres où règne le vent d'est, c'est-à-dire dans le nord du Chili et dans le sud du Pérou, les orages sont inconnus, mais les tremblemens de terres exercent leurs ravages. Au Chili nord, c'est seulement pendant les mois où le vent est se fait sentir, de novembre en avril, que l'on éprouve les tremblemens; pendant six autres mois, ils ne se font pas sentir, et même, par fois quand le vent souffle avec force du côté de l'est, les orages atteignent le pied ouest des Cordilières.

Un accord si constant entre les faits et la théorie, établit une analogie que l'on peut presque assimiler à une évidence mathématique. Je crois donc pouvoir conclure qu'en Amérique, entre le 20e et le 34e degré de latitude sud, les tremblemens de terre ne sont que des orages souterrains; que les montagnes mugissantes, les éruptions et l'inflammation des volcans ne sont que les effets de ces orages, comme l'inflammation des forêts et des édifices, le brisement des murs sont quelquefois des effets des orages aériens.

Dans la crainte de me tromper, j'ai cru devoir restreindre ma théorie aux pays où j'ai long-temps séjourné et où j'ai pu observer moi-même les phémomènes auxquels elle s'applique; mais tout doit nous porter à croire que l'électricité, mise en action par le mouvement que le soleil imprime à notre atmosphère, est partout la cause première des tremblemens de terre et des volcans. Il en est sans doute de ces phénomènes comme de tous ceux que nous observons à la surface de ce globe. C'est seulement en vertu d'un premier mouvement imprimé par le soleil, que les autres forces, telles que l'attraction et l'affinité, peuvent produire, en agissant, de nouvelles combinaisons et de nouveaux résultats. Mais, sans cet astre, cause première de tous les mouvemens de l'air et de l'atmosphère, des orages, des tremblemens de terre et des volcans, de la vie animale et de la vie végétale, tout déplacement, tout changement, toute vie cesseraient bientôt sur notre globe.

Or, en admettant que les tremblemens, au Chili, soient occasionés par une trop grande quantité de fluide électrique accumulé sur la Cordilière par le vent, et

retenu par la sécheresse de l'air et de la terre, il devient évident qu'en faisant communiquer par le moyen de conducteurs métalliques bien disposés, les sinuosités de la crète des Cordilières, et principalement celles qui sont le plus frappées par le vent, avec l'Océan ou avec les rivières qui s'y jettent, l'on préviendrait l'accumulation du fluide à l'état de tension, et par suite des tremblemens de terre. De même qu'en favorisant, par des canaux, l'écoulement continuel de l'eau que les vents déposent sur les montagnes, l'on préviendrait les ravages que fait cette même eau en rompant les barrières qui ont causé cette accumulation (1).

Un aperçu que j'ai dressé de sommes que coûterait, dans certaines localités, l'établissement d'un semblable système de conducteurs, m'a donné lieu de penser que son exécution était possible, et que les frais en seraient moindres que l'intérêt des valeurs détruites par un fort tremblement de terre. Cette considération m'a engagé à publier ce Mémoire. C'est surtout par leurs applica-

---

(1) L'idée que les tremblemens de terre sont des phénomènes électriques est fort ancienne; mais les physiciens qui sont partis de cette base diffèrent beaucoup les uns des autres, concernant le mode d'action du fluide qu'ils mettent en jeu. Suivant M. Lambert, par exemple, comme on le voit dans le texte, c'est l'*électricité atmosphérique*, qui, en pénétrant brusquement dans le sein du globe, y produit de si grands désordres; tandis que Bertholon, au contraire, en 1779, attribuait les oscillations du sol à un dégagement d'électricité dirigé de la terre vers l'atmosphère. Aussi, lorsque M. Lambert établit des conducteurs métalliques à la surface du sol,

tions au bien-être et à la conservation des hommes que les sciences deviennent intéressantes. Puissé-je, par ces indications, avoir ouvert la route qu'il faudra suivre pour une vaste et bienfaisante extension de la découverte de l'immortel Franklin! L'égide dont il nous a couverts contre les faibles commotions que produisent les foudres aériennes, sera-t-elle suffisante contre les foudres souterraines dont la puissance incalculable peut ébranler les deux mondes à la fois? Par son heureuse influence, mettra-t-elle un terme aux ravages d'un fléau, source de désolations pour des pays qui, par la douceur de leur climat, la sérénité presque continuelle de leur ciel exempt d'orages, la fertilité de leur sol, la richesse de leurs mines, et l'avantage de leur position, doivent être comptés parmi les contrées du monde les plus favorisées de la nature? S'il en est ainsi, comme je cherche à l'établir, la pensée importante que je soumets, dans cet écrit, aux lumières des savans, recevra de leurs suffrages une autorité qu'il ne m'appartient pas de lui donner, et j'aurai recueilli le fruit le plus glorieux de mes faibles travaux, en appelant l'attention des maîtres

---

dans la vue de procurer un écoulement continu à l'électricité atmosphérique, Bertholon propose d'enfoncer dans la terre de très-grandes verges de fer, destinées à soutirer l'électricité surabondante qui s'y trouve accumulée, et à la répandre dans l'air. Malgré les titres pompeux de *para-tremblement de terre* et de *para-volcan* dont le physicien de Montpellier avait décoré ses appareils, à peine ont-ils excité quelque attention. Je présume que ceux de M. Lambert éprouveront précisément le même sort.

de la science sur le but vers lequel un ardent amour de l'humanité m'a fait diriger mes efforts.

Paris, mai 1824.

NOTE PREMIÈRE.

Pour mesurer la tension du fluide électrique, je me suis généralement servi du petit appareil suivant : je réunissais, après les avoir bien desséchés, quinze fils de soie tordue, je les attachais ensemble par une extrémité, et, prenant vers le nœud ce faisceau de fils de soie, je les tenais suspendus dans un lieu où le courant d'air était très-faible. Dans cet état, les fils extérieurs formaient une surface conique, tous ceux qui étaient rassemblés se repoussant plus ou moins en toutes directions, selon la plus ou moins grande tension du fluide. La quantité de cette même tension m'était donnée par la mesure de l'angle que faisaient les génératrices avec l'axe du cône.

Cet instrument est à peu de chose près l'électromètre ordinaire, avec la différence qu'il rend les résultats plus sensibles à l'œil, et qu'il est d'un transport facile à cheval, condition bien précieuse dans un pays où le peu de population et le manque total de ressources rendent les voyages extrêmement pénibles.

J'ai transporté plusieurs fois cette espèce d'instrument depuis les bords de l'océan Pacifique jusqu'au point le plus élevé de la route de Copiapo à la Rioxa. Cette gorge, qui, dans certaines années, reste couverte de neige, doit, selon M. de Humboldt, être au moins a 2000 toises de hauteur. J'ai remarqué dans ce voyage que la tension électrique était insensible sur les bords de la mer et dans la partie basse de la province de Co-

piapo ; qu'elle commençait à se faire sentir à environ 18 lieues de la mer, et qu'elle atteignait son *maximum* au sommet de la gorge où les fils extérieurs formaient avec l'axe jusqu'à un angle de 60°.

En faisant des observations journalières sur cet instrument, dans un point nommé *Las Amolanas*, où se trouvaient mes fourneaux de cuivre, j'ai vu que la tension électrique était à son plus haut point dans la saison des tremblemens de terre, surtout après que les vents d'est avaient soufflé, l'angle du cône était alors de 45° ; j'ai vu encore que cette tension devenait presque insensible dans la saison où les vents d'ouest soufflent, et où il n'y a point de tremblemens de terre ; et qu'enfin elle disparaît entièrement quand le vent d'ouest a prédominé long-temps.

Las Amolanas sont à environ 1000 toises au-dessus du niveau de la mer. Cette estimation n'est qu'approximative, et déduite de ce que ce point se trouve au milieu de la ligne qui joint la gorge du chemin de la Rioxa à la mer.

Ces expériences, quoique faites avec un instrument grossier, suffisent cependant pour établir les deux conséquences suivantes :

1°. Qu'il existe presque constamment du fluide à un état considérable de tension, sur la partie la plus élevée des Cordilières ;

2°. Que cette tension augmente quand les vents soufflent de l'est, et diminuent quand ils soufflent de l'ouest ; qu'elle doit être en conséquence attribuée au frottement produit par le vent sec de l'est contre les sommités des Cordilières.

NOTE DEUXIÈME.

J'ai avancé que, dans la province de Copiapo, les tremblemens de terre ne se font sentir que de novembre en avril. Ce fait, qui, seul, prouve presque jusqu'à l'évidence, que l'on ne doit pas attribuer ces tremblemens à des causes souterraines, mais à des influences du soleil sur la terre et sur l'atmosphère, a été reconnu, dans cette partie de l'Amérique, par tous les hommes qui l'ont habitée. Il y est aussi constaté qu'il le peut être qu'en France les orages ne se produisent qu'en été. On est même, à Copiapo, dans l'usage de diviser l'année en trois parties, appelées *temporadas*, qu'on désigne respectivement par le fléau auquel le pays est assujetti pendant la durée de chacune d'elles.

La première *temporada*, qui se compose de janvier, février, mars et avril, se nomme *temporada des los temblores*, c'est-à-dire, *saison des tremblemens*.

La deuxième, qui comprend mai, juin, juillet et août, s'appelle *temporada de las pestas*, ou *saison des maladies*. C'est alors qu'il pleut quelquefois, et les pluies dans ces contrées étant peu fréquentes, elles occasionent ordinairement des fièvres putrides dans la classe pauvre qui n'a pas de maisons pour se mettre à couvert.

La troisième *temporada* est dite, *temporada de hambre*, *saison de la famine*; parce que ces mois étant ceux où la récolte de l'année précédente est consommée, et où celle de l'année actuelle n'est pas encore mûre, la classe pauvre souffre quelquefois du manque de blé.

Ce serait, à mes yeux, un si grand pas de fait vers la découverte de la cause des tremblemens de terre, que d'avoir établi qu'il y a quelque rapport entre ces effrayans phénomènes et le cours des saisons où les accidens météorologiques de la surface du globe, qu'en attendant la dissertation promise par M. Lambert, j'ai pensé devoir chercher moi-même si son opinion était justifiée par le peu de renseignemens que renferment les divers ouvrages sur l'Amérique dont j'ai pu prendre connaissance. Voici ce que je trouve déjà dans le *Traité de la figure de la terre* de Bouguer, page 74.

« Tout considéré, il me paraît, en me bornant au « fait simple, que, si on est exposé au Pérou dans tous « les temps à ces funestes phénomènes, on y est néan- « moins encore un peu plus sujet dans les derniers mois « de l'année. »

Les six plus forts tremblemens de terre que Lima eût éprouvés depuis sa fondation, au temps de Bouguer, étaient ceux de 1586, 1687 et de 1746, qui ruinèrent entièrement la ville; et les tremblemens de 1630, de 1655 et de 1678. De ces six phénomènes, quatre tombèrent en octobre et novembre. Deux seulement, les tremblemens de 1678 et de 1686, arrivèrent en juin et juillet. Des exemples aussi peu nombreux ne peuvent évidemment autoriser aucune conclusion générale.

Le n° VII *del Mercurio Chileno*, publié à Santiago du Chili et dont je suis redevable à la complaisance de M. Julien, renferme quelques résumés météorologiques de don Felipe Castillo Albo, où j'ai puisé les résultats suivans.

1822 ; tremblement de terre le 19 *novembre* à Santiago. Du 29 *novembre* au 10 *décembre*, 21 secousses très-fortes et 150 petites. On ne dit pas sur combien de jours ces secousses furent réparties.

1823 ; en *janvier*, 6 secousses ; en *juin* 2, et en *novembre*, 1.

1824 ; forts tremblemens le 15 *janvier*, à 6 h. du soir, et le 29 *août*, à 2 h. et à 9 h. du matin.

1825 ; fort tremblement le 12 de *juin*, à 2 h. du matin.

1826 ; forts tremblemens, le 22 *avril*, à 10 h. $\frac{1}{3}$ du matin, et le 13 *octobre*. Ce dernier, quant à l'intensité, sinon sous le rapport des dégâts, fut aussi considérable que le tremblement du 19 *novembre* 1822.

1827 ; faible tremblement, le 30 de *mai* ; tremblement également assez faible, le 5 *juillet*. (L'auteur avertit qu'il ne signale pas les secousses peu notables.)

1828 ; tremblement fort, le 4 *avril*, à 5 h. du soir ; fort le 10 *mai*, à 6 h. $\frac{3}{4}$ du matin ; léger le 21 *mai*, à 8 h. du soir, léger le 23 *mai*, à 3 h. du soir ; fort le 4 *juillet* à 10 h. $\frac{1}{2}$ du soir ; forts en *août*, le 10 à 1 h. 55 min. du matin, le 14, dans la matinée, et le 25 à 11 h. 40 min. de la nuit ; assez fort en *septembre*, le 23 à 9 h. 10 min. du soir.

Les tableaux de M. Albo n'appuient pas, ce me semble, ce principe avancé par M. Lambert, qu'au Chili les tremblemens de terre n'arrivent que dans certaines saisons. Quant à cet autre principe qu'à l'ouest de la Cordilière, les orages et autres phénomènes électriques sont à peine connus, voici ce que j'ai trouvé pour Santiago.

En 1813, grêle grosse et très-abondante, le 22 *jan-*

vier, entre 1 h. et 2 h. du matin. En 1824, grêle abondante, le 28 *septembre*. En 1825, grêle le 20 *juin*; le 17 *novembre*, tonnerre fréquent et très-fort. En 1827, tonnerre très-fort les 2 et 3 *mars*; le 5 *octobre*, grêle. En 1828, le 13 *mars*, grosse grêle accompagnée d'éclairs et de tonnerre jusqu'au soir; le 4 *avril*, tonnerre; le 23 *avril*, éclairs et tonnerre, et abondante grêle; le 20 *juin*, petite grêle; le 7 et le 8 *juillet*, tonnerre.

Si je devais supposer que les tableaux de M. Castillo Albo sont complets, il résulterait évidemment du recensement qu'on vient de lire, qu'au Chili, comme M. Lambert l'annonce, les phénomènes électriques sont très-peu fréquens. Au reste, l'attention une fois éveillée sur ce point, nous ne tarderons pas, j'espère, à recevoir des renseignemens propres à l'éclaircir de l'un des nombreux voyageurs qui traversent maintenant l'Amérique dans toutes les directions.

Le plateau de Janina, en Épire, est peut-être la région de l'Europe où les tremblemens de terre sont les plus fréquens. M. Pouqueville, qui l'a habité si longtemps, m'assure que les secousses ne s'étendent qu'à vingt lieues de la mer, qu'elles s'arrêtent au pied du Pinde, en sorte qu'on ne les ressent jamais dans le Polyanos et les hautes régions où les fleuves prennent naissance. Je ne m'arrêterai pas à discuter les opinions diverses qu'on trouve dans les ouvrages de Pline sur les circonstances qui, dans ces contrées, précèdent ou suivent ces funestes phénomènes; mais je placerai ici un tableau que j'ai formé d'après des journaux manuscrits dont je suis redevable à l'amitié de M. Pouqueville. Ce tableau montrera, je crois, qu'en Épire les tremblemens de

terre sont également possibles dans toutes les saisons, si l'on veut bien remarquer que le nombre 9 correspondant au mois de juillet, a été fourni par la seule année 1813. Le tableau, il importe de le noter, fait connaître le nombre de jours durant lesquels la terre a tremblé, et non pas le nombre total de secousses.

Nombre des jours où l'on a ressenti des tremblemens de terre en Epire.

	1807.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	Som.
Janv.	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3
Fév..	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Mars.	4	0	0	0	1	1	0	0	0	6
Avril.	5	0	0	1	0	0	2	0	0	8
Mai..	4	0	3	0	0	0	1	0	0	8
Juin..	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Juill..	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
Août.	1	0	1	0	1	0	4	0	0	7
Sept..	2	0	0	1	1	0	3	0	1	8
Oct...	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Nov..	0	0	0	0	0	0	0	3	2	5
Déc..	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3

Somme totale en 10 ans = 63.

Le tableau suivant fera connaître le climat de Janina, sous le rapport des phénomènes électriques.

Tableau du nombre de jours pendant lesquels le tonnerre s'est fait entendre à Janina.

	1806.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	Som.
Janv..	.	5	1	0	0	0	1	0	3	2	12
Févr.	.	5	5	1	1	0	1	0	3	0	16
Mars.	1	1	0	2	0	1	2	1	4	4	16
Avril.	3	1	4	1	5	0	2	8	3	4	31
Mai...	7	6	2	8	12	12	11	9	1	6	74
Juin..	7	3	4	8	2	10	8	7	6	3	58
Juill..	4	4	13	4	8	9	8	3	12	1	66
Août.	9	1	10	6	3	5	2	5	9	2	52
Sept..	6	3	0	4	1	5	2	0	4	6	31
Oct...	6	3	3	7	3	3	3	6	3	.	37
Nov..	5	3	1	4	2	3	4	3	4	2	31
Déc...	1	3	8	5	1	4	0	0	1	3	26

Somme totale en 10 ans = 450.

Lettre *de M. Roulin à l'Académie des Sciences, en date du 4 mai 1829, sur les circonstances qui accompagnent les tremblemens de terre en Amérique, dans la république de Vénésuéla.*

La communication faite par M. Arago dans la dernière séance, touchant le tremblement de terre ressenti à Dieppe, m'a rappelé plusieurs observations relatives à cet ordre de phénomènes que j'ai faites durant mon séjour en Amérique, et que je prends la liberté de mettre sous les yeux de l'Académie.

La petite ville de Mariquita, située dans la vallée de la

Magdeleine, par les 5° 14′ de lat. N., et 77° 22′ de long. O., est depuis un temps immémorial sujette aux tremblemens de terre. Quelquefois il se passe deux à trois ans sans qu'on en ressente un seul; puis, après un été sec et chaud, les secousses recommencent; elles augmentent d'intensité et de fréquence au point qu'on en a souvent dix à douze dans un même jour; puis elles cessent presque tout-à-coup avec les premières pluies de l'hiver. Voilà du moins ce que me dirent les habitans lorsque je vins pour la première fois dans leur ville en 1824; et, en effet, cette année la chose se passa comme ils me l'avaient annoncé.

Dans les premiers jours, les secousses étaient si légères que souvent on avait besoin, pour les reconnaître, du bruit qui les accompagne habituellement. Ce bruit était, comme on l'a souvent dit, semblable au grondement d'un tonnerre lointain. Il semblait venir de l'extrémité de l'horizon; mais dans quelle direction? c'est ce qu'on ne pouvait dire; et diverses personnes, au même moment, le rapportaient à des points diamétralement opposés.

Au bout de quelques jours les mouvemens augmentèrent d'intensité : chacun d'eux faisait craquer assez fortement la charpente des toits, et, à la fin de la saison, il y en eut d'assez forts pour mettre en branle les cloches de l'église et les faire sonner.

Presque toutes ces secousses ne furent point ressenties à Honda, ville qui, située dans la même plaine que Mariquita, n'en est éloignée que de cinq lieues vers l'est. Cette tranquillité du sol ne rassurait pas beaucoup les habitans de cette dernière ville; en 1807, presque

toutes leurs maisons avaient été renversées, tandis que Mariquita, si fréquemment agitée, et dont les maisons d'ailleurs semblaient prêtes à tomber de vétusté, n'avait point reçu le moindre dommage.

D'après ce fait, et d'après plusieurs autres assez connus, on serait tenté de croire qu'il est certains terrains qui, par leur disposition, obéissent plus aisément aux causes de mouvement provenant de l'intérieur, et que cette facilité à céder aux impulsions rend les secousses moins nuisibles pour les édifices qui sont à leur surface.

Il y avait, en général, dans la propagation de ces mouvemens, une grande irrégularité, et souvent il me fut impossible, à de très-courtes distances, de constater les secousses correspondantes. A la fin de la saison sèche, lorsque les tremblemens étaient le plus forts à Mariquita, j'en ressentais de très-marqués à 14 et 15 lieues plus au nord. Le 17 décembre, à 6 h. 23 min., étant dans une forêt du pied de la Cordilière, assis à terre pour prendre le repas du soir, je fus violemment secoué, et j'entendis de toute part autour de moi les arbres morts tomber avec fracas. Cependant cette secousse ne fut pas remarquée à Mariquita; mais le même jour, à 11 h. du soir, on avait eu le tremblement le plus fort de l'année, celui qui fit sonner les cloches.

J'eus l'occasion d'observer que des tremblemens de terre, même beaucoup plus généraux que ceux-là, n'altèrent point la marche du baromètre; ainsi, lors du mouvement du 17 juin 1826, qui causa tant de mal à Bogota, j'étais à Mariquita, et j'avais observé la hauteur du mercure moins d'un quart d'heure avant la secousse : elle était la même que la veille à pareille heure. Cinq mi-

nutes après le mouvement j'observai de nouveau, et dès que les fluctuations causées par l'oscillation du tube furent arrêtées, je retrouvai exactement la même hauteur. L'instrument dont je me servais était un baromètre à niveau constant et pourvu d'un très-bon vernier.

A Bogota, il y avait eu deux secousses; on en ressentit deux aussi à Mariquita; mais l'intervalle, dans cette dernière ville, fut de 4 à 5 minutes : dans la première, environ 30″ seulement.

La durée des secousses n'est pas moins variable que celle des intervalles, comme je pus m'en assurer dans le tremblement de terre qui eut lieu l'année suivante (15 novembre 1827), et qui fut ressenti dans un rayon de plus de 30 lieues. J'étais alors à Bogota où la secousse renversa un grand nombre de maisons. Le mouvement cependant n'était pas aussi fort qu'on l'eût cru d'après les effets qu'il produisit. Si plusieurs personnes se virent en danger de tomber, cela tenait à ce qu'elles étaient prises de vertiges, accidens très-communs dans ces cas, qui ne tiennent pas toujours à la peur, et qu'on ne sait trop comment expliquer.

La secousse dura environ 30″ : je l'évaluai le lendemain en parcourant, montre en main et du même pas, les mêmes lieux que la veille. L'expérience fut répétée en ma présence par diverses personnes dans les lieux où chacune d'elles s'était trouvée, et donna les mêmes résultats. A Honda, 15 lieues plus à l'ouest, le mouvement observé à la montre fut de 5 minutes. Peut-être l'agitation du sol ne dura-t-elle pas aussi long-temps, et l'observateur se laissa-t-il tromper par les mouvemens

des corps ébranlés qui persistaient plus long-temps; mais aux mines de Santana, 6 lieues plus à l'est, il n'y eut pas la même cause d'erreur. L'observation fut faite en plein air par un médecin instruit, le docteur Cheyne, et par son frère, ancien officier de marine. Suivant eux, le mouvement fut très-sensible pendant 4 minutes. Enfin, à la Vega de Supia, de l'autre côté de la Cordilière centrale, à trente et quelques lieues à l'ouest de Bogota, M. Boussingault, dont le nom est assez connu de l'Académie, trouva que la durée fut près de sept minutes.

Les bruits qui accompagnèrent la secousse varièrent aussi suivant les lieux. A Bogota le bruit fut nul ou du moins très-faible; à Honda, il fut assez fort; il le fut plus encore à Santana, mais toujours comme un roulement continu, tandis qu'à La Vega de Supia, il fut accompagné de plusieurs détonnations violentes.

Quelques personnes, à Bogota, assurèrent avoir vu peu après le tremblement, et dans la direction du pic de Tolima, comme un globe de feu (*globo de fuego*). A cause de cette forme de globe, je ne fis pas grande attention à leur témoignage, et j'imaginai que c'était un embellissement ajouté à l'histoire, une réminiscence des globes de feu qui, dit-on, renversèrent à Jérusalem les ouvriers de Titus. Cependant je pense que peut-être le rapport méritait plus d'attention. Dans le n° de novembre 1828 du Mercure du Chili, je trouve le fait suivant : le 19 novembre 1822, à 10 h. 54 min. du soir, on sentit, à Valparaiso un tremblement de terre assez fort; le 20 à 3 h. 10 min. du matin, on vit comme une boule de feu qui se dirigeait de la Cordilière vers la mer : on

pense qu'elle venait d'un volcan qui est à 20 lieues de distance.

Le pic de Tolima, dans la direction duquel on dit avoir vu cette masse de feu (car le mot de *globo*, j'y ai pensé depuis, s'applique quelquefois à des corps non sphériques), est aussi un volcan, et même un volcan actuellement en activité. De Santana j'ai vu, plusieurs matins de suite, la fumée s'en élever en colonne verticale. L'on n'avait observé, de mémoire d'homme, rien de semblable avant le tremblement de 1826. Comme cette montagne n'est visible que vers le lever du soleil, et que souvent il s'élève des brouillards de forme très-singulière, j'ai craint d'être la dupe de quelque illusion. Ne trouvant rien dans les traditions qui pût m'apprendre quelque chose sur l'état passé de ce volcan, j'ai cherché dans les anciens écrits, et j'ai été assez heureux pour trouver, dans une histoire inédite de la conquête, écrite en 1623, le détail très-circonstancié d'une éruption. C'était le 12 mars 1595; après trois violentes détonnations, on vit fondre tout-à-coup toute la neige du sommet; deux rivières qui prennent leur naissance près de là furent un moment arrêtées dans leur course, puis causèrent une inondation très-étendue, roulant avec leurs eaux des pierres ponces et des quartiers de rocs énormes. Leurs eaux furent infectées, et pendant quelque temps on n'y trouva aucun poisson. J'ai insisté sur l'existence de ce volcan, parce que, de tous ceux qu'on connaît, c'est le plus distant de la mer : il en est au moins à 40 lieues.

Effets *d'un tremblement de terre.*

Le 30 mars 1828, le vaisseau de Sa Majesté Britannique, *le Volage*, était à l'ancre dans la baie du Callao, et fixé par deux fortes chaînes de fer. A sept heures et demie, un léger nuage passa sur le bâtiment, et aussitôt on entendit le bruit qui, dans ce pays, accompagne les tremblemens de terre, et qui ressemble à un tonnerre éloigné. Une secousse violente se fit sentir, et les personnes qui étaient à bord comparèrent ce mouvement à celui qu'on éprouve dans un chariot non suspendu, traîné rapidement sur un pavé inégal. Tout autour, l'eau siffla comme si l'on y eût plongé un fer rouge, et sa surface se couvrit d'une immense quantité de bulles, qui, en crevant, laissèrent échapper une odeur d'hydrogène sulfuré. Nombre de poissons morts apparurent flottants auprès du vaisseau. La mer, qui auparavant était calme et limpide, parut trouble et agitée, et le bâtiment roula d'environ 14 pouces sur chaque côté. C'est à ce moment que se fit sentir à terre le tremblement qui renversa une partie de la ville. En levant l'ancre de poupe, on trouva que sa chaîne, qui reposait sur un fond de vase molle, avait souffert une sorte de fusion dans une assez grande étendue, et à une distance de 25 brasses du bâtiment. Les chaînons, faits d'un excellent fer cylindrique de près de 2 pouces de diamètre, avaient été, dans cet endroit, comme étirés, de sorte qu'ils étaient longs de 3 ou 4 pouces, et épais seulement de 4 ou 5 lignes. Leur surface présentait de nombreuses cannelures irrégulières, dans l'intérieur desquelles étaient fixés de petits nodules de fer qu'on en détachait facilement.

La chaîne de la seconde ancre n'avait nullement souffert, et rien de semblable aussi n'était arrivé aux nombreux vaisseaux qui se trouvaient alors dans la rade.

(*Le Globe.*)

L'étirement de plusieurs anneaux de la chaîne, *ne prouve* pas que ces anneaux aient été chauffés jusqu'au rouge, quoique, à vrai dire, l'énorme diminution de diamètre dont on fait mention, semble bien difficile à expliquer.

Extrait *d'une lettre écrite de Bakou, par M. le professeur Schulz, sur les tremblemens de terre de cette contrée.*

« Dans ce pays, la terre contient à sa surface tant de matières minérales, que la végétation en souffre, et qu'il se fait constamment des explosions de tous côtés. Depuis le commencement de janvier, on entend craquer les murs du Vieux-Chamachi, par suite des secousses de tremblemens de terre qui ont lieu *chaque nuit, de 2 à 3 heures*. L'été dernier, cette ville, qui par son étendue égale celle de Paris, a failli s'écrouler tout entière. Pendant les trois jours que j'y suis resté, il y eut cinq tremblemens de terre. Il est vrai qu'ils étaient bien plus faibles que celui que nous éprouvâmes dans la nuit à Nouveau-Chamachi, où des pierres et des poutres tombèrent avec fracas du haut des édifices : pour ma part, je fus renversé sur mon lit sens dessus dessous. Ces scènes de désolation, accompagnées du hurlement des chiens et des cris lamentables des Tartares, sont une chose

épouvantable. Une circonstance assez singulière, c'est que les secousses se bornent à des terrains de peu d'étendue. A quelque distance de Vieux et de Nouveau-Chamachi, on n'en éprouve point, et ici, à Bakou, il n'y en a pas eu de mémoire d'homme. On connaît les sources de Naphte de cette contrée, ainsi que les flammes de gaz qui, brûlant sans cesse, présentent mille avantages domestiques, et attirent les *Parsis* ou sectateurs du culte de Zoroastre, de la Perse et de l'Inde. Le soir, ces feux éternels, sacrés pour eux, éclairent tout l'horizon. ». (*Universel.*)

Débacle *des glaces australes.*

La débâcle des glaces australes dont j'ai déjà parlé en 1828, s'est continuée en 1829, comme on le verra par la note suivante que j'emprunte au *Globe.*

Une débâcle extraordinaire a eu lieu, en 1829, dans les glaces du pôle antarctique. Dès la fin d'avril, des navires anglais ont rencontré, à cent lieues du cap de Bonne-Espérance, des glaces flottantes d'une énorme grandeur. Le bâtiment de la compagnie des Indes le *Farquharson*, étant par 39° 13' de latitude, et 48° 46' de longitude, vit deux montagnes de glaces, hautes de 150 pieds, et ayant deux milles de circonférence. Leurs flancs étaient profondément fissurés, et offraient, dans des endroits, l'aspect brillant que présente le sucre raffiné, tandis que, dans d'autres, ils avaient l'apparence d'un rocher calcaire, ou celle que l'on observe dans les falaises d'une terre très-élevée. Ces montagnes étaient

environnées de bancs de glace qui paraissaient en être des fragmens détachés, et sur lesquels la mer se brisait avec fureur.

Chute *d'aérolithes.*

Dans la nuit du 14 août 1829, il est tombé des aérolithes, aux États-Unis, dans le New-Jersey, près de Deal. La chute fut précédée, vers minuit, d'un météore lumineux qui s'éleva d'abord comme une baguette d'artifice, *décrivit ensuite une courbe*, et éclata. Il y eut douze à treize explosions semblables à des décharges de mousqueterie et accompagnées de scintillations.

La surface des pierres qu'on a recueillies est noire, unie et irrégulière. Leur intérieur, d'un gris clair, est parsemé de grains métalliques.

Trombes *en* 1829.

Le 15 août, il s'est formé sur la ville de Gorschoff, en Russie, par un temps couvert, mais calme, une trombe qui dans son mouvement était accompagnée d'une forte grêle et d'un bruit extraordinaire, et qui a tout détruit sur son passage, dans une largeur de 40 toises. Des habitations ont été renversées; beaucoup de grands édifices ont perdu leurs toits, quoique la plupart fussent en fer; enfin, on a vu ce météore déraciner les plus grands arbres et les transporter à la distance de 10 verstes. Hors de la ligne que la trombe parcourait, tout était calme, les feuilles des arbres ne remuaient même pas.

Sur *une trombe d'air remarquable, accompagnée d'un météore lumineux, qui a été observée, le 25 juin 1829, dans les environs de Trèves.*

Communiqué par le professeur Nöggerath.

(*Jahrbuch der Chemie und Physik.* Schweigger.)

J'ai décrit, dans les archives de Kastner pour les sciences naturelles (année 1824), le phénomène parfaitement observé, d'une trombe d'air qui se montra dans les environs de Bonn, et qui, en traversant le Rhin, devint une trombe d'eau. Je dois à la complaisance du professeur Grossmann de Trèves, l'annonce détaillée d'un phénomène du même genre et non moins remarquable. Celui-ci s'est manifesté dans le pays de Trèves le 25 juin 1829; et, comme le premier, il a, dans sa route, traversé une rivière, la Moselle. A la vérité, la description ne dit pas, d'une manière aussi positive, si, dans ce passage, la trombe a aspiré et entraîné de l'eau avec elle. Toutefois on est conduit à le penser, et par l'analogie et par ce qu'il est rapporté que l'eau s'éleva en une haute colonne. Mais, au reste, ce phénomène a présenté une circonstance remarquable, qui peut-être, dans des cas analogues, ou n'a jamais eu lieu, ou n'a jamais été observée : c'est que cette espèce de fumée ou de vapeur qui forme la trombe paraissait en partie lumineuse ou ignée, et qu'elle a fini avec les apparences d'un météore bien tranché. Puisque je ne fais ici que transmettre la description détaillée de la marche du phénomène, copiée textuellement dans une lettre de M. Grossmann, je ne dois pas omettre de dire

que, depuis plusieurs années, ce professeur s'est occupé d'observations météorologiques exactes et de la science météorologique dans toute son étendue; que par conséquent tous les phénomènes de cette classe lui sont bien connus, et que ses communications sur ce sujet méritent toute confiance, d'autant plus qu'il m'a spécialement marqué que ses informations résultent de l'audition d'un grand nombre de témoins pris sur les lieux mêmes. La description suivante ne confirme pas peu l'idée que cette sorte de météore est du nombre de ceux où l'électricité joue un grand rôle, il me sera donc permis de signaler les remarques explicatives du professeur Pohl, auxquelles ma première publication sur le même sujet avait donné lieu.

Trèves, le 30 juin 1829.

« Après une sécheresse qui avait duré ici plusieurs semaines, une pluie agréable est venue enfin nous soulager le 16 juin : elle a continué par intervalles le 17 et le 18. Du 20 au 24, par un vent constant de nord-est, le thermomètre était remonté à 19-25° (Réaumur). Quoique, le 24 au soir, le baromètre étant à la hauteur assez grande de $27^{p.}.9^{l.},1$, une légère pluie d'orage eût fortement rafraîchi le temps, il était redevenu très-chaud le 25, avant comme après une pluie tombée vers 11 heures du matin; le sol était pour ainsi dire en feu. Le baromètre était descendu à $27^{p.}.7,8$.

« Vers 2 heures de l'après-midi, une lieue au-dessous de Trèves, à l'est-nord-est de Ruwer et de Pfalzel, à environ 20° au-dessus de l'horizon, un phénomène se montra, qui frappa d'étonnement et mit pendant une

demi-heure dans une attente inquiète un grand nombre d'hommes qui étaient occupés au dehors.

« Le ciel, à la suite de la pluie qui venait d'avoir lieu, était encore couvert, lorsque, tout-à-coup, du milieu d'un nuage noir qui s'élevait de l'est-nord-est, une masse lumineuse commença à se mouvoir en sens contraire, et à le déchirer violemment. Le nuage prit bientôt, vers le haut, la forme d'une cheminée, de laquelle se serait échappé une fumée d'un gris blanchâtre, assez mélangée par intervalles de jets de flamme, et s'élevant par plusieurs ouvertures avec autant de force, ainsi l'exprimèrent un certain nombre de témoins, que si elle avait été chassée avec la plus grande vivacité par plusieurs soufflets.

« Le météore était arrivé au-dessus des vignes de Disburg et vis-à-vis Ruwer, lorsqu'à quelque distance plus au sud, sur la rive droite de la Moselle, tout-à-fait en contact avec le sol, un nouveau météore, comme il sembla à plusieurs individus, apparut d'une manière effrayante. Il dispersa des masses de charbon de terre entassées autour d'un arbre, renversa un ouvrier d'un four à chaux qui se trouvait là, et se précipita à travers la Moselle avec un fracas épouvantable, comme si un grand nombre de pierres se heurtaient ensemble. L'eau s'élança en une haute colonne.

« Roulant avec le même fracas (1), ce dernier mé-

---

(1) Le même fracas accompagnait le météore de Bonn : les uns le comparèrent au bruit d'une voiture pesamment chargée, roulant avec peine sur un chemin couvert de pierres ; d'autres, à un bruissement sourd.

téore, toujours à terre, se dirigea de la Moselle à travers les campagnes de Pfalzel, laissant des traces évidentes de sa route en zigzag à travers les champs de blé et de légumes. Une partie des légumes fut entièrement détruite, une autre partie couchée et hachée, le reste enlevé au loin dans les airs.

« Plusieurs femmes près desquelles passa le météore s'évanouirent; d'autres, plus éloignées, se cachèrent ou s'enfuirent en criant, tous les champs sont en feu. Deux ouvriers, qui étaient montés sur un arbre, observèrent le météore dans tout son trajet; un autre eut même la pensée courageuse de le suivre, et cela était facile en marchant d'un pas ordinaire. Mais, dans un des zigzags qu'il décrivait, le météore l'enveloppa tout-à-coup. Il se sentit tantôt tiré en avant, tantôt violemment soulevé. Il se pencha en s'appuyant fortement à terre avec ses outils; mais il n'en fut pas moins jeté à la renverse. Le tourbillon cependant l'abandonna et continua sa route.

« Il ne se souvient d'aucune impression particulière qui aurait affecté, soit l'odorat, soit le goût, mais seulement d'un bruit assourdissant. Il affirme qu'il y avait deux courans, dont l'un s'élevait obliquement, entraînant les tiges et les épis avec d'autres corps légers; l'autre avait une direction contraire.

« La route que le météore s'était frayée à travers les champs avait, suivant différens rapports, de 10 à 18 pas de largeur sur une longueur de 2500 pas. Sa forme était à peu près conique; sa couleur tantôt gris-blanc ou jaune, tantôt brun obscur, le plus souvent celle du feu. Le premier météore était en l'air au-dessus

de celui-ci, à peu près parallèle, en avant vers le nord. Il présenta, pendant environ 18 min., une grande masse d'un gris blanchâtre, qui semblait souvent vomir de la fumée rouge de flamme, et qui, vue à la distance d'environ une demi-lieue, avait la forme d'un serpent de 140 pas de long, dont la tête était vers le nord-nord-est, la queue à l'opposite.

« En 8 à 10 minutes de temps, la queue s'était changée déjà en s'abaissant. Au moment où elle allait toucher la tête, tout le phénomène disparut, et en même temps aussi le météore inférieur, sans que ni de la partie élevée en l'air, ni, comme l'assure un témoin oculaire, de la partie inférieure il y eût aucune explosion (1). Mais alors une odeur de soufre très-puante se répandit sur toute la campagne (2). Presque aussitôt un

---

(1) Des apparences lumineuses ont bien été observées dans d'autres trombes d'air et d'eau, mais seulement comme des éclairs. Ainsi on voyait de temps en temps des éclairs électriques jaillir d'une trombe d'air si désastreuse dans ses effets, décrite par Lampadius. (*Atmosphœrologie freib.* 1806, page 167.) Lors de la disparition de la trombe d'air dont j'ai parlé (*Kastner*, etc.), on a vu, mais confusément, un météore igné. Je ne me rappelle pas, du reste, avoir vu nulle part, dans un cas semblable, la relation d'un phénomène lumineux comparable à celui de Trèves. (*Nöggerath.*)

(2) A la suite de la trombe d'air qui régna dans l'Erzgebirge (Lampadius), plusieurs personnes crurent aussi avoir remarqué une odeur de soufre. Une trombe d'eau observée et décrite par le professeur Wolke (*Annales* de Gilbert, t. IX, p. 485), et qui passa sur un vaisseau dans le golfe de Fin-

orage éclata sur les bois situés au nord-nord-ouest du lieu où s'était montré le météore, et fut accompagné d'une grêle à grains extraordinairement gros (1).

« Le soleil ne parut point pendant tout ce temps, à ce qu'affirment la plupart des spectateurs. Il n'y avait aucun souffle de vent.

« Le météore supérieur fut aperçu de Gutweiler, Cassel et autres endroits, comme aussi de Trèves. Il paraît être descendu des hauteurs de *Hochwald.* »

---

lande, laissa aussi, après son passage, une odeur de soufre et de salpêtre. (*Nöggerath.*)

(1) Horner (*Gilbert*, t. LXXIII, p. 95) assigne comme une propriété des trombes, qu'elles sont toujours accompagnées d'orages locaux et de phénomènes électriques, tandis qu'elles ne se rencontrent point dans les orages très-étendus. Des chutes de pluie, et surtout de grêle, ont lieu très-souvent, soit avant ou pendant la formation des trombes, soit immédiatement ou un temps très-court après leur disparition. Ainsi il plut et il grêla pendant une heure, après l'apparition de cette trombe d'air observée à Messeling, près de Bonn, en 1824. (Kastner, *loco citato.*) Ainsi il grêla avant l'apparition de la trombe d'air décrite par Lampadius, et citée dans la note précédente. Pendant l'existence de cette trombe d'eau que Michaud, à Nizza, voyait de terre à la surface de la mer (*Gilbert*, vol. VII, p. 54), une violente averse de grêle, avec des grains de la grosseur de balles de fusil et de pistolet, éclata sur les fenêtres. On pourrait citer un grand nombre d'observations semblables.

Sur *la salure de l'eau de la mer Méditerranée.*

Les navigateurs ont reconnu qu'il règne constamment dans le détroit de Gibraltar un courant supérieur et assez rapide, dirigé de l'ouest à l'est. Comme ce courant semblerait devoir, à la longue, élever le niveau de la Méditerranée, on a songé depuis long-temps à se débarrasser de toute cette eau surabondante, en supposant qu'elle passait, par voie d'évaporation, dans l'atmosphère, d'où ensuite les vents la transportaient sur les continens voisins, à l'état de vapeurs ou de nuages. Cette hypothèse, dont on croyait augmenter la probabilité en faisant remarquer combien les côtes septentrionales de l'Afrique sont étendues et brûlantes, donne lieu à une objection sérieuse : l'eau du courant, en effet, pourrait s'évaporer; mais le sel qu'elle tenait en dissolution devrait se précipiter sur place, en sorte que la salure de la Méditerranée aurait fini par devenir très-considérable comparativement à celle de l'Océan. Depuis qu'on a constaté par des observations directes qu'il y a, au détroit de Gibraltar, un courant inférieur, dirigé de l'est à l'ouest, qui transporte dans l'Océan une partie des eaux de la Méditerranée, la constance du niveau et de la salure de cette dernière mer n'offre plus rien qui doive surprendre. Il était toutefois curieux de rechercher quelles seraient les propriétés des eaux dont ce contre-courant se compose. Dans cette vue, le Dr Marcet avait remis au capitaine W. H. Smith un appareil à l'aide duquel on peut puiser de l'eau à telle profondeur qu'on le désire. Malheureusement les nombreux échantillons que cet

officier avait recueillis furent remis, par suite de la mort inopinée du Dr Marcet, à des personnes qui n'en tirèrent pas tout le parti désirable. Trois seulement de ces échantillons, étant venus, par hasard, en 1827, dans les mains du Dr Wollaston, furent analysés, et lui donnèrent les résultats suivans :

Numéros des échantillons.	Latitude du lieu où on l'a pris.	Longitude.	Profondeur en brasses.	Pesant. spécifiq.	Quantité de sel sur 100 d'eau.
1	38°.30′	4°.30′ E.	450	1,0294	4,05
2	37 .30	1 . 0 E.	400	1,0295	3,99
3	36 . 0	4 .40 O.	670	1,1288	17, 3
Gibraltar.	36°. 7′	5°.22′ O.			

Les longitudes sont comptées de Greenwich.

Avant d'être pesés, les résidus salins avaient été chauffés jusqu'à 150° centigrades.

On voit, dans ce tableau, que les échantillons nos 1 et 2, pris à 680 et à 450 milles environ à l'est du détroit, mais seulement aux profondeurs de 450 et de 400 brasses, n'avaient pas une densité supérieure à celle de l'eau de mer ordinaire; on y aperçoit, en même temps, que l'eau puisée à 670 brasses, à 50 milles à l'est du détroit, laissait un résidu salin quatre fois plus considérable que l'eau commune. Ainsi, dans la Méditerranée, il existe, vers le fond, de l'eau fortement chargée de sel. Un courant inférieur, dirigé de l'est à l'ouest et

formé de cette eau plus dense, reporterait donc dans l'Atlantique tout le sel qu'y avait amené le courant supérieur, quand même sa vitesse serait quatre fois moindre, pourvu qu'il égalât ce dernier courant en largeur et en profondeur.

Je montrerai bientôt que l'existence d'un courant inférieur dirigé de l'est à l'ouest, ou de la Méditerranée vers l'Océan, est le seul moyen d'expliquer les observations des températures de la mer faites par divers observateurs.

Sur *le décroissement de la température atmosphérique dépendant de la hauteur.*

La recherche de la loi suivant laquelle la température atmosphérique décroît avec la hauteur au-dessus du niveau de la mer, a déjà exercé un grand nombre de physiciens, et cependant on ne saurait dire, à beaucoup près, qu'elle soit épuisée. Nous serions bien plus avancés à ce sujet, si, depuis le voyage *ad hoc* fait par M. Gay-Lussac, on avait songé à profiter de la bonne volonté de tant de personnes qui, à Paris, se sont élevées en ballon. En attendant des observations de cette espèce, recueillons du moins celles qui ont été faites sur des montagnes assez isolées, pour qu'on puisse supposer qu'à leurs sommets régnait à peu près la température de la couche atmosphérique libre placée à la même hauteur. C'est dans cette catégorie que je crois pouvoir ranger les

observations du mont Ventoux, près d'Avignon, dont on est redevable au docteur J. Guérin, conservateur du Muséum Calvet. L'intéressant ouvrage dans lequel ce physicien distingué vient de consigner les résultats de ses laborieuses recherches, nous fournira, plus d'une fois, l'occasion de signaler son zèle infatigable.

Par une moyenne entre les déterminations obtenues dans un grand nombre de voyages au Ventoux, M. Guérin a trouvé que, pour observer dans l'atmosphère une diminution de 1° Réaumur, il faut:

En été, s'élever de	80 toises	(156 mèt. pour 1° centig.)
En hiver, de	100	(195 mèt. pour 1° centig.)
Et dans les saisons intermédiaires, de	90	(174 mèt. pour 1° centig.)

Déclinaison de l'aiguille aimantée en 1829.

La déclinaison de l'aiguille aimantée a continué à diminuer en 1829. Ainsi il paraît décidé maintenant que le mouvement rétrograde qu'on a commencé à reconnaître en 1816 n'est pas une simple irrégularité accidentelle semblable à celles dont les anciennes observations avaient déjà offert quelques exemples, mais bien que le pôle nord de l'aiguille qui, depuis 1666, s'était continuellement écarté du méridien vers l'ouest, s'en rapproche maintenant chaque année. Les dix mille observations destinées à faire connaître la valeur de ce mou-

vement jusqu'à la précision des secondes, pour chacun des mois de 1828 comparés aux mois correspondans de 1829, n'étant pas encore entièrement calculées, je me contenterai de dire, en nombre rond, que de novembre à novembre la rétrogradation a été d'environ deux minutes et demie.

Le samedi 3 octobre 1829, à deux heures trois quarts de l'après-midi, j'ai trouvé, à l'extrémité du jardin de l'Observatoire, loin de toute masse de fer qui aurait pu altérer le résultat,

$$22^{\circ}\ 12'\ 5'',$$

pour la déclinaison occidentale absolue.

Dans l'excellente boussole de M. Gambey dont je me suis servi, l'aiguille est suspendue à un fil de soie sans torsion.

Inclinaison de l'aiguille aimantée.

Pendant que l'aiguille de déclinaison revient sur ses pas, l'aiguille d'inclinaison continue à se rapprocher graduellement de l'horizontale.

Par une moyenne entre de nombreuses observations que j'ai faites dans le jardin de l'Observatoire royal, les 12, 21, 22 et 24 juin 1829, soit dans le méridien magnétique, soit dans des azimuths rectangulaires, et à l'aide de deux aiguilles différentes, l'inclinaison, qui

correspondait à deux heures trois quarts de l'après-midi, s'est trouvée être

67° 41′,3.

Sur *la hauteur absolue des cimes les plus remarquables de la Cordilière des Andes au Pérou.*

De tout temps on a désiré savoir quelle était la plus haute sommité dans chaque chaîne de montagnes, quelle était la plus haute montagne dans chaque pays, dans chaque continent, dans le monde entier. Les observations astronomiques ont même permis d'étendre cette recherche à la Lune, à Mercure et à Vénus. On a récemment étudié ces trois astres avec tant de soin, avec des instrumens si puissans, qu'il semble difficile d'ajouter à la précision qu'on a déjà obtenue dans la détermination de la hauteur des prodigieuses montagnes dont leur surface est couverte. Les aspérités de la terre ont été aussi l'objet de recherches assidues. Le nombre de points dont l'élévation au-dessus du niveau de l'Océan se trouve irrévocablement fixée est très-considérable, et néanmoins, sans parler ici des contrées où les géographes n'ont pas encore pénétré, il serait difficile de dire avec certitude, pour l'Himalaya, pour le Caucase, pour les Cordilières américaines, et même pour quelques chaînes d'Europe, si l'on a véritablement mesuré les points culminans. Ce n'est pas qu'en tout lieu le voyageur n'ait dirigé son attention sur les sommités *qui lui paraissaient*

les plus élevées ; mais malheureusement, en ce genre, les apparences sont souvent trompeuses, et rien ne saurait suppléer à une mesure effective. L'isolement plus ou moins grand d'une montagne, l'inclinaison de ses flancs, sa distance, la forme, la disposition et la hauteur des terrains environnans, l'état de l'atmosphère enfin, sont autant de causes d'illusion dont l'obervateur le plus exercé ne saurait s'affranchir, et qui disparaissent seulement devant le baromètre et les instrumens géodésiques. S'il fallait citer des exemples à l'appui de ces réflexions, ils ne manqueraient pas. Ainsi, je pourrais dire qu'au commencement du dix-huitième siècle on regardait encore généralement le pic de Ténériffe comme la plus haute montagne du monde (*voyez* la *Géographie* de Varenius, revue par Newton), quoique les Alpes suisses renfermassent des sommités qui le surpassent de près d'un tiers, quoique des milliers de voyageurs, revenant du Pérou, eussent aperçu la grande Cordilière des Andes, et visité même des villes populeuses établies sur des plateaux beaucoup plus élevés que le pic. Je pourrais faire remarquer aussi que les Pyrénées avaient été parcourues par de savans académiciens munis de grands instrumens, qu'on donnait encore le Canigou pour la plus haute sommité de la chaîne, tandis que nous savons aujourd'hui non-seulement que la Malahite, le Mont-Perdu, le Cylindre, etc., le surpassent de 600 mètres, mais encore, d'après les observations récentes de M. Corabœuf, qu'à une petite distance de cette montagne, dans les limites mêmes du département des Pyrénées orientales, il existe des sommités de près de

140 mètres plus élevées, etc. Il ne faut donc pas s'étonner si de temps à autre certains pics descendent du rang qu'on leur avait assigné. Le Mont-Blanc lui-même, depuis si long-temps en possession de la première place dans le système des montagnes européennes, a failli à la perdre à la suite d'une mesure imparfaite des sommités du Mont-Rose. Aujourd'hui c'est le tour du Chimborazo. Cette montagne, si célèbre par les travaux de Bouguer, de la Condamine, et surtout par ceux de M. de Humboldt, n'est pas la plus haute sommité du globe, comme on le supposait depuis tant d'années : les mesures de l'Himalaya l'ont déjà prouvé; mais elle n'est pas même, à beaucoup près, la plus haute cime des Cordilières. M. Pentland vient de le reconnaître de la manière la plus évidente dans un voyage très-intéressant, dont tous les amis des sciences désirent la prompte publication. En attendant, je dois à la complaisance de ce savant géologue, les notes manuscrites d'après lesquelles il m'est permis de communiquer au public une partie des découvertes qu'il a faites.

La grande masse des Andes, depuis le 14e jusqu'au 20e degré de latitude sud, est partagée en deux chaînes ou Cordilières parallèles, entre lesquelles se trouve une vallée fort étendue et très-élevée. L'extrémité sud de cette vallée est traversée par la rivière Desaguadero. Au nord existe le fameux lac de Titicaca, d'une étendue égale à environ vingt-cinq fois celle du lac de Genève. Les rives du Titicaca formaient la partie centrale de l'empire des Incas. C'est dans une des îles de ce lac que Manco-Capac était né; c'est là qu'on trouve les plus beaux

restes des monumens élevés par les Péruviens au temps de leur antique civilisation.

La Cordilière occidentale, celle que dans le pays on nomme la *Cordilière de la côte*, sépare la vallée du Desaguadero (le Thibet du nouveau monde, comme l'appelle M. Pentland), et le bassin du lac de Titicaca, des rives de la mer Pacifique. Cette chaîne renferme plusieurs volcans actifs, tels que Sehama, le volcan d'Arequipa, etc.

Quant à la Cordilière orientale, elle sépare la même vallée des immenses plaines des Chiquitos et Moxos, et les affluens des rivières Beni, Mamoré et Paraguay, qui se jettent dans l'océan Atlantique, de ceux du Desaguadero et du lac de Titicaca. Cette Cordilière orientale est renfermée dans les limites de la nouvelle république de Bolivia. C'est là que se trouvent l'Illimani et le Sorata, les plus hautes sommités mesurées par M. Pentland. Non-seulement, comme on va le voir, elles surpassent le Chimborazo, mais elles approchent même des principales cimes de l'Himalaya.

M. Pentland n'ayant pu gravir entièrement ni l'Illimani, ni le Sorata, à cause des immenses glaciers dont leurs flancs sont couverts, a mesuré la hauteur des sommets à l'aide d'opérations trigonométriques.

Pour l'Illimani, les triangles étaient appuyés sur une base mesurée le long d'un lac situé au pied même de la montagne, et dont la hauteur au-dessus de la mer avait été déterminée barométriquement. Les angles d'élévation surpassaient 20°.

La hauteur du Sorata se fonde sur une opération exécutée le long des rives du lac de Titicaca; mais cette opéra-

tion ayant fait connaître seulement de combien le sommet de la montagne se trouve au-dessus de la ligne marquant la limite inférieure des neiges perpétuelles, pour avoir l'élévation absolue, il a fallu emprunter la coordonnée verticale des neiges à d'autres points de la même chaîne où une mesure immédiate avait été possible. Ainsi on voit que la hauteur du Sorata a été obtenue moins directement que celle de l'Illimani. M. Pentland s'est assuré que l'erreur, si elle existe, doit être très-légère, et qu'en tout cas on ne trouvera pas qu'elle soit en excès. Si l'on excepte maintenant trois ou quatre autres points parmi ceux qui figurent dans les tableaux suivans, toutes les autres déterminations de hauteur sont le résultat de mesures barométriques, répétées fort souvent avec d'excellens instrumens de M. Fortin.

Élévation de quelques montagnes du Haut-Pérou au-dessus du niveau de la mer.

CORDILIÈRE ORIENTALE.

Nevado de Sorata ..... 7696^{m} (*)

Cette montagne forme la plus haute sommité de la Cordilière orientale. Elle

---

(*) Voici quelques termes de comparaison :

Le Javahir de l'Himalaya..... 7847^{m}

Le Dhawalagiri paraît plus haut, mais la mesure n'est pas aussi certaine.

Le Chimborazo des Andes de Quito..... 6530

prend son nom de celui du village de Sorata, situé dans le voisinage. Nevado, en espagnol, signifie couvert de neige.

Nevado de Illimani..... 7315m

L'Illimani est à l'est-sud-est de la ville de la Paz. M. Pentland a mesuré le pic septentrional du massif. Le pic méridional lui a semblé encore un peu plus élevé.

Montagne ou *Cerro de Potosi*..... 4888m

C'est la fameuse montagne métallifère qui a donné son nom à la ville voisine.

Le plus haut point du Cerro de Potosi où les mines soient exploitées, est à 4850m

On voit, par ce nombre, que les mineurs ont porté leurs travaux sur la montagne du Potosi, à une hauteur supérieure à celle du Mont-Blanc.

CORDILIÈRE OCCIDENTALE.

Montagne de *Tacora* ou *Chipicani*.... 5760m

Tacora est une des montagnes couvertes de neige qu'on aperçoit du port d'Arica, dans l'océan Pacifique. Sa face orientale présente un cratère éteint, très-

---

L'Elbruz du Caucase (d'après M. Kupffer).... 5002m.
Le Mont-Blanc des Alpes de Savoie..... 4810
Le pic de Ténériffe..... 3710
Le Mulahasen des montagnes de Grenade (Espagne)..... 3555
La Malahite des Pyrénées..... 3481

étendu et à moitié éboulé. Du côté occidental, il y a une solfatare d'où s'élève une grande quantité de vapeurs acides. C'est à leur condensation que les eaux du Rio Azufrado doivent les propriétés d'où la rivière a tiré son nom.

Montagne de *Pichu-Pichu*. . . . . 5670^{m}.

Cette montagne trachytique est au nord d'Arequipa. Elle pénètre dans la zone des neiges perpétuelles. Un petit lac existe sur sa face nord-est.

Volcan d'*Arequipa*. . . . . 5600^{m}

Le volcan d'Arequipa est au nord-est de la ville. C'est le cône volcanique le plus parfait et le plus pittoresque de toute la chaîne des Andes. Son sommet est à plus de 3000 mètres au-dessus de la vallée d'Arequipa, et à environ 1500 mètres de sa base. Le cratère qui le termine est grand, mais peu profond. Il en sort constamment des vapeurs et de petites quantités de cendres, mais il n'a pas fait d'éruption depuis l'arrivée des Espagnols en Amérique.

Le volcan situé quelques milles à l'E.-S.-E. de celui d'Arequipa est moins élevé ; il s'appelle le volcan d'*Uvinas*; son immense cratère est actuellement éteint. C'est de ce volcan que partirent, dans le 16me siècle, les immenses quan-

tités de cendres qui ensevelirent presque totalement la ville d'Arequipa, et produisirent les effets les plus désastreux dans la contrée environnante.

Montagne d'*Inchocajo* ..... 5240^{m}

Cette montagne est située près de la source de la rivière du même nom, qui, après avoir traversé Arequipa, se jette dans l'océan Pacifique.

Le sommet de l'Inchocajo est placé sur la limite des neiges perpétuelles dans cette région de l'Amérique.

PASSAGES OU COLS DES DEUX CORDILIÈRES.

Passage des *Altos de los Huessos*... 4137^{m}

Ce passage est sur la base méridionale du volcan d'Arequipa. Le nom qu'il porte tient à ce qu'on y trouve une grande quantité d'ossemens de bêtes de somme mortes pendant la traversée : *huessos*, en espagnol, signifie *os*, *ossemens*.

Passage de *Tolapalca*..... 4290^{m}

Route d'Oruro à Potosi.

Passage de *Gualillas*..... 4520^{m}

Route de la Paz à Arica.

Passage de *Paquani*..... 4641^{m}

Cordilière orientale.

Passage de *Chullunquani*..... 4758^{m}

Cordilière orientale.

Passage des *Altos de Toledo*..... 4783^{m}

Je rappellerai, comme termes de comparaison, que, dans les Alpes, le passage de la Furka est à 2530 mètres; celui du col de Seigne à 2460; et qu'enfin le mont Cenis et le Simplon ne sont qu'à 2066 et 2005 mètres.

CITÉS DU PÉROU ET DE BOLIVIA.

Lima, capitale du Pérou..... 156^{m}

Arequipa, capitale de la province du même nom..... 2377^{m}

Cochabamba, capitale du département du même nom..... 2575^{m}

Cochabamba, dont la population s'élève à 30,000 âmes, est donc plus haut que le Grand-Saint-Bernard.

Chuquisaca ou *la Plata*, capitale de la nouvelle république de Bolivia.. 2844^{m}

Tupisa, capitale de la province bolivienne de Cinti..... 3049^{m}

La Paz, près de la source du Rio Beni..... 3717^{m}

La Paz est maintenant la ville la plus florissante de Bolivia. Sa hauteur au-dessus du niveau de la mer surpasse de beaucoup celle des plus hautes cimes des Pyrénées.

Oruro, près du Rio Desaguadero.... 3792^{m}

Cette ville a une population de 5000 âmes. Elle est au niveau du milieu de la vallée du Desaguadero, et forme le centre d'un district très-riche par ses mines.

Puno, sur la rive occidentale du lac de Titicaca..... 3911^{m}

La population de Puno est de 5000 âmes.

Chucuito..... 3970^{m}

Cette ville, plus élevée que les plus hautes cimes du Tyrol, avait une population de 30,000 âmes avant l'insurrection qu'excita Tupac-Amaru.

Potosi, grande place..... 4058^{m}

Potosi, la partie la plus haute..... 4166^{m}

Potosi se trouve donc à la hauteur du pic de la Jung-Frau, l'une des plus remarquables sommités des Alpes du canton de Berne.

VILLAGES ET BOURGS.

Totoral..... 3439^{m}

Ce village est situé à la base nord de l'Illimani.

Carocollo..... 3879^{m}

Village assez grand de la province de Oruro.

Tiaguanaco. . . . . 3905^{m}

Ce village, situé près du lac de Titicaca, est célèbre par les ruines dont il est entouré, et qui sont les restes des gigantesques monumens élevés par les anciens Péruviens. La surface du lac de Titicaca est à 3872 mètres de hauteur.

Lagunillas, village de la province de Oruro. . . . . 4135^{m}

Calamarca, village de la province de la Paz. . . . . 4141^{m}

Tacora. . . . . 4344^{m}

Tacora est un village d'Indiens, situé à la base sud-ouest du volcan éteint qui porte le même nom.

HAMEAUX ET HABITATIONS ISOLÉES.

Hameau de *Santa-Lucia* et *Miravillas*. 4088^{m}

Ce hameau se trouve sur la route de Arequipa à Puno.

Maison de poste de *Challa*. . . . . 4148^{m}

Dans la Cordilière orientale.

Maison de poste de *Huayllas*. . . . . 4191^{m}

Cordilière orientale.

Maison de poste de *Rio Maure*. . . . 4196^{m}

Sur les limites des républiques du Pérou et de Bolivia.

Hameau et maison de poste de *Chullunquani*. . . . . 4227^{m}

Ce hameau est du côté de la Cordilière occidentale.

Maison de poste d'*Apo*..... 4376^{m}

Cordilière occidentale, route d'Arequipa à Puno.

Maison de poste d'*Ancomarca*..... 4792^{m}

Voilà une maison de poste située à la hauteur du Mont-Blanc. Je dois dire que, à cause de la rigueur du climat, elle n'est habitée que pendant trois ou quatre mois de l'année; mais la route est fréquentée dans tous les temps par les voyageurs qui se rendent de la Paz ou des autres villes populeuses de Bolivia, aux rives de la mer Pacifique.

Sur la hauteur des neiges perpétuelles dans les Cordilières du Pérou.

M. Pentland a reconnu que la limite inférieure des neiges perpétuelles, sur les flancs de la Cordilière orientale du Haut-Pérou, est très-rarement au-dessous de 5200 mètres, tandis que dans les Andes de Quito, *quoique beaucoup plus voisines de l'équateur*, cette limite est seulement à 4800 mètres.

En traversant le passage des Altos de Tolède, dans le mois d'octobre, M. Pentland trouva que sur l'Inchocajo, qui appartient à la Cordilière occidentale, la limite inférieure des neiges était de 400 mètres au-dessus du passage ou de 5180 mètres au-dessus de la mer.

Déjà le revers septentrional de l'Himalaya avait pré-

senté une semblable anomalie, et par une cause toute pareille : je veux parler de l'influence que les plateaux doivent nécessairement exercer sur la loi du décroissement de la chaleur dans l'atmosphère. Il est évident que si cette loi avait été trouvée pour une atmosphère libre, à l'aide de voyages aérostatiques, les nombres qu'elle fournirait feraient connaître à peu près la température des divers zones d'une montagne, quand cette montagne isolée s'élancerait rapidement dans les airs en s'appuyant sur une base peu étendue et située au niveau de la mer. Il n'en serait plus de même, à beaucoup près, si la montagne était assise sur un large plateau déjà élevé : à parité de hauteur, la température se trouverait alors sensiblement plus grande que dans le premier cas. C'est aussi par l'influence du plateau sur lequel les deux Cordilières du Pérou reposent, qu'on expliquera comment la vie organique s'y conserve si haut. Dans les Andes du Mexique, entre le 18e et le 19e degrés de latitude nord, toute végétation disparaît à la hauteur de 4290 mètres, tandis qu'au Pérou, sur le prolongement de la même chaîne, non-seulement il existe une nombreuse population agricole à des hauteurs supérieures, mais on y trouve encore des villages et de grandes cités. Aujourd'hui, un tiers de la population des contrées montueuses du Pérou et de Bolivia, habite des régions situées fort au-dessus de celles où toute végétation a cessé à parité de latitude dans l'hémisphère nord.

JOURS.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Thermomètre. maxim.	minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	751,80	+ 2,3	87	751,56	+ 6,0	78	750,58	+ 6,5	77	750,48	+ 5,0	82	+ 6,5	+ 0,7	Nuageux.	E.
2	751,48	+ 5,0	85	750,86	+ 6,0	84	750,00	+ 5,5	86	750,86	+ 4,5	86	+ 6,0	+ 3,5	Pluie fine.	E.
3	752,43	+ 2,2	86	752,42	+ 5,5	81	752,53	+ 6,7	80	753,70	+ 2,7	84	+ 6,7	+ 1,7	Nuageux.	E.
4	754,05	+ 4,3	88	754,46	+ 7,5	87	754,87	+ 7,8	87	757,37	+ 5,3	89	+ 7,8	+ 3,8	Couvert.	E.
5	764,57	+ 5,7	90	765,22	+ 6,0	89	765,90	+ 5,1	90	766,90	+ 4,0	90	+ 6,0	+ 2,0	Couv., brouil. tr.-ép.	E.
6	769,82	— 2,3	71	768,97	— 0,3	55	768,20	+ 0,8	54	768,00	— 1,6	67	+ 0,8	— 3,0	Serein.	N. E.
7	766,37	— 4,7	84	765,96	— 1,5	75	765,20	— 1,0	74	764,94	— 3,4	86	— 1,0	— 6,0	Serein.	E.
8	766,80	— 5,8	89	767,00	— 2,1	88	767,05	— 0,5	82	767,37	— 2,2	87	— 0,5	— 6,8	Serein.	E. S. E.
9	767,23	— 4,2	90	765,96	— 1,0	88	764,70	+ 0,6	78	763,18	— 1,0	90	+ 0,6	— 6,2	Très-nuag., brouill.	N.
10	760,45	— 4,5	89	760,96	— 0,8	88	761,03	— 0,5	80	761,73	— 1,5	88	— 0,5	— 5,0	Vaporeux.	N.
11	764,18	— 1,5	80	764,40	— 0,7	74	764,35	— 1,0	75	765,46	— 2,5	80	— 0,7	— 2,7	Couvert.	E. S. E.
12	767,26	— 2,8	89	767,63	— 1,0	85	767,70	+ 0,6	85	767,98	— 2,3	90	+ 0,6	— 3,5	Nuageux.	S. E.
13	767,90	— 2,9	89	767,35	— 0,0	88	766,40	+ 2,2	82	766,10	— 1,1	89	— 2,2	— 5,0	Beau.	S. E.
14	766,30	— 4,3	87	766,06	— 1,8	85	765,50	+ 0,3	77	765,26	— 4,0	88	+ 0,3	— 5,5	Vaporeux.	S. E.
15	765,30	— 7,0	89	764,85	— 3,7	88	764,40	— 2,0	87	764,40	— 0,1	90	+ 0,2	— 7,5	Vapeurs.	N. O.
16	762,96	— 3,0	90	762,24	— 2,3	87	761,10	— 2,0	86	760,23	— 4,3	89	— 2,0	— 5,8	Couvert, brouillard.	N. E.
17	757,65	— 4,7	89	756,72	— 4,0	87	755,70	— 3,2	87	754,52	— 2,2	89	— 1,7	— 4,7	Couvert.	S. O.
18	750,60	— 2,3	90	749,72	— 1,3	89	748,74	+ 0,3	89	748,90	— 0,4	90	+ 0,3	— 2,3	Neige fine.	S.
19	750,96	— 0,5	90	750,96	— 1,2	90	750,66	— 2,0	89	750,80	— 3,0	90	— 0,5	— 4,7	Neige fine.	N.
20	751,66	— 4,0	90	751,83	— 0,3	77	752,47	— 2,5	82	754,80	— 4,6	88	— 0,3	— 5,5	Couvert.	S.
21	758,20	— 5,2	88	758,30	— 3,2	80	757,88	— 4,0	80	757,30	— 5,3	85	— 3,2	— 6,2	Couvert.	S.
22	754,67	— 6,0	88	752,93	— 5,4	86	750,90	— 6,8	83	749,60	— 6,5	90	— 5,4	— 7,5	Couvert.	E. S. E.
23	747,00	— 5,4	80	746,47	— 4,0	72	746,80	— 5,2	74	747,65	— 6,0	80	— 4,0	— 6,0	Nuageux.	N.
24	749,63	— 9,5	85	749,69	— 6,0	80	749,68	— 5,6	82	750,95	— 5,6	83	— 5,5	— 11,0	Couvert.	N. E.
25	752,46	— 9,0	82	753,03	— 7,7	80	753,27	— 6,7	80	755,48	— 7,5	72	— 6,2	— 10,2	Très-nuageux.	N. fort.
26	760,45	— 9,3	73	760,85	— 8,3	67	761,67	— 8,3	66	764,55	— 10,8	75	— 8,3	— 12,0	Vaporeux.	N.
27	767,07	— 12,1	83	766,87	— 11,0	79	765,96	— 9,1	73	767,00	— 12,0	71	— 9,1	— 14,2	Beau.	N.
28	766,30	— 12,5	80	765,15	— 9,2	70	764,33	— 8,5	62	764,90	— 11,5	82	— 8,5	— 14,5	Très-voilé.	N.
29	765,17	— 12,0	78	764,62	— 10,0	76	765,05	— 9,5	75	765,00	— 10,0	78	— 9,5	— 13,5	Couvert.	N.
30	766,12	— 8,0	82	765,34	— 4,8	81	765,23	— 4,3	81	766,17	— 4,3	81	— 4,0	— 10,3	Couvert.	N. N. E.
31	767,80	— 4,2	79	768,08	— 5,5	71	768,76	— 7,7	69	770,40	— 9,0	72	— 3,7	— 9,7	Serein.	E. N. E. fort.
1	760,50	— 0,2	86	760,34	— 2,5	81	760,01	+ 3,1	79	760,45	+ 1,2	85	+ 3,2	— 1,5	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en cent.
2	760,48	— 3,3	88	760,18	— 1,6	85	759,70	— 0,9	84	759,85	— 2,5	88	— 0,6	— 4,7	Moyenn. du 11 au 21.	Cour, 0,260
3	759,53	— 8,5	82	759,21	— 6,8	76	759,14	— 6,9	75	759,91	— 8,0	79	— 6,1	— 10,4	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 0,230
	760,15	— 4,1	85	759,88	— 3,8	81	759,60	— 1,7	79	760,06	— 3,3	84	— 1,3	— 5,7	Moyennes du mois,	— 3,5.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

Rapport sur les poudres fulminantes pouvant servir d'amorces aux armes à feu ; par MM. le colonel *Aubert*, *Pélissier* et *Gay-Lussac*. Page 5

Nouveau Composé de chlore, de phosphore et de soufre ou chloro-phosphure de soufre ; par M. *Sérullas*. 25

Recherches sur la force coërcitive des aimans et les figures magnétiques ; par M. *de Haldat*. 33

Lettre de M. *Parrot* à MM. les Rédacteurs des *Annales de Chimie et de Physique*, sur les phénomènes de la pile voltaïque. 45

Analyse des Séances de l'Académie royale des Sciences. 66

Supplément à l'analyse de la séance du 27 juillet. — Rapport de M. *Becquerel* sur un Mémoire de M. *Donné*, concernant l'influence que les phénomènes atmosphériques exercent sur la force des piles sèches. 71

Note sur la Décomposition du sulfure de soufre à l'aide de l'électricité ; par M. *Becquerel*. 76

Sur l'Action mutuelle de l'acide sulfurique et de l'alcool, et sur le mode de formation de l'éther ; par M. *H. Hennell*. 77

Sur le Kermès ; par M. *Gay-Lussac*. 87

Recherches chimiques sur le pollen du *typha latifolia*, Lin., famille des typhacées ; par M. *Henri Braconnot*. 91

Lettre de M. *Kupffer* à M. *Arago*, contenant la relation d'un voyage au sommet le plus élevé du Caucase. 105

Procédé pour obtenir l'oxide de cobalt pur ; par M. *Quesneville* fils. 111

Observations météorologiques du mois de septembre. 112

Sur quelques combinaisons du brome, et sur sa préparation; par M. *C. Lowig*. 113

Sur l'Ether hydriodique; par M. *Sérullas*. 119

Sur la Préparation du brome avec l'eau mère de la saline de Schonebeck. 120

Observations sur les modifications que subissent les métaux dans leurs propriétés physiques, par l'action combinée du gaz ammoniacal et de la chaleur; par M. *C. Despretz*. 122

Mémoire sur une analogie qui existe entre la propagation de la lumière et celle de l'électricité, ou sur la constance des effets des courans électriques forcés de traverser des espaces que parcourent déjà d'autres courans électriques; par M. le professeur *Etienne Marianini*. 131

Mémoire sur l'équilibre et le mouvement des corps solides élastiques et des fluides; par M. *Poisson*. 145

Recherches sur la bile; par M. *Henri Braconnot*. 171

Nouvelles observations sur l'iridium et l'osmium; par M. *J. J. Berzelius*. 185

Analyse des Séances de l'Académie royale des Sciences. 194

Observations sur l'iodure et le chlorure d'azote; par M. *Sérullas*. 200

Rapport verbal fait à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 2 novembre, sur les appareils de M. Aldini pour préserver le corps de l'action de la flamme; par M. *Gay-Lussac*. 214

Sur la Formation de l'éther acétique par la décomposition réciproque de l'hydrocarbure de chlore et de l'eau. 221

Lettre de M. Sérullas à MM. les Rédacteurs des *Annales de Chimie et de Physique*, sur l'éthérification. 223

Observations météorologiques du mois d'octobre. 224

Mémoire sur les Sulfures, Iodures, Bromures, etc., métalliques; par M. *Becquerel*. 225

Essai analytique des Lichens de l'Orseille; par M. *Robiquet*. 236

Sur des cavités des cristaux de muriate de soude dans lesquelles il existe des fluides; par M. *William Nicol*. 257

Analyse de l'Allophane de Firmi (Aveyron); par M. *Jules Guillemin*. 260

Sur quelques combinaisons doubles entre les hydrochlorates à base d'alcali végétal et des chlorures métalliques; par M. *Caillot*. 263

Analyse d'une tourmaline du mont Rose; par M. *Leplay*. 270

Analyse des Séances de l'Académie royale des Sciences. 282

Supplément à l'Analyse de la séance du lundi 26 octobre. — Rapport sur un Mémoire de M. de Beaumont, concernant l'ancienneté relative des différentes chaînes de montagnes d'Europe. 284

Supplément à l'Analyse de la séance de l'Académie, du 17 août 1829. — Extrait du Rapport fait par MM. Serres, Magendie et Duméril, sur un Mémoire de M. le Dr Lugol, relatif à l'emploi de l'iode dans les maladies scrofuleuses. 302

Sur le Pouvoir magnétisant des rayons solaires; par MM. *P. Riess* et *F. Moser*. 304

Sur la Putréfaction animale; remarques de Charles Matteucci. 310

Note sur une nouvelle combinaison naturelle de carbonates de chaux et de soude, autre que la Gay-Lussite; par M. *Germain Barruel*. 313

Sur le Précipité noir de Platine de M. Edmund Davy, et sur la propriété de l'Eponge de platine d'enflammer l'hydrogène; par M. *Liebig*. 316

Lettre de M. Pelletier à M. Gay-Lussac sur un nouvel Alcaloïde. 331

Examen chimique d'un cerveau ossifié; par M. *Charles Matteucci*. 333

Réduction du nitrate d'argent. 335

Observations météorologiques du mois de novembre. 336

Résumé des Observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris en 1829. — Tableau de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de *Saussure*. 337. — Tableau des *maxima* et des *minima* moyens du thermomètre centigrade, en 1829. 338. — Ta-

bleau des variations extrêmes du thermomètre centigrade, dans chacun des mois de l'année 1829. *Ibid.* — Tableau des plus grandes variations que le thermomètre centig. ait éprouvées en vingt-quatre heures, dans chacun des mois de l'année 1829. 339. — Tableau de la marche moyenne du baromètre en 1829. *Ibid.* — Tableau des plus grandes variations du baromètre, dans chacun des mois de 1829. 340. — Tableau de la quantité de pluie qu'on a recueillie en 1829, tant sur la terrasse de l'Observatoire que dans la cour. *Ibid.* — Etat des crues de la Seine en 1829, au pont de la Tournelle. 341. — Etat des vents à Paris, en 1829. *Ibid.* — Etat du ciel, à Paris, en 1829. 342. — Taches solaires en 1829. *Ibid.* — Tremblemens de terre en 1828 et 1829. 347. — Aurores boréales observées en 1828 et 1829. 352-355. — Sur la quantité de pluie qui tombe dans divers lieux du globe. 360. — Mémoire sur la température moyenne de l'air et du sol dans quelques points de la Russie orientale; par M. *A.-J. Kuppfer*. 367. — Mémoire sur les causes des tremblemens de terre au Chili et au Pérou, et sur les moyens de prévenir leurs ravages; par M. *Lambert*. 392. — Lettre de M. *Roulin* à l'Académie des Sciences, sur les circonstances qui accompagnent les tremblemens de terre en Amérique, dans la république de Vénézuéla. 410. — Effets d'un tremblement de terre. 416. — Extrait d'une lettre écrite de Bakou, par M. le professeur *Schulz*, sur les tremblemens de terre de cette contrée. 417. Débâcle des glaces australes. 418. — Chute d'aérolithes. 419. — Trombes en 1829. *Ibid.* — Sur une trombe d'air remarquable, accompagnée d'un météore lumineux, dans les environs de Trèves. 420. — Sur la salure de l'eau de la mer Méditerranée. 426. — Sur le décroissement de la température atmosphérique dépendant de la hauteur. 428. — Déclinaison de l'aiguille aimantée en 1829. 429. — Inclinaison de l'aiguille aimantée. 430. — Sur la hauteur absolue des cimes les plus remarquables de la Cordilière des Andes au Pérou. 431. — Sur la hauteur des neiges perpétuelles dans les Cordilières du Pérou. 442.

Observations météorologiques du mois de décembre. 444

FIN DE LA TABLE DU QUARANTE-DEUXIÈME VOLUME.